

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт горного дела, геологии и геотехнологий
институт
Горные машины и комплексы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.В.Гилев
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2018 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

код и наименование специализации

Проектирование специализированных буровых инструментов

тема

для открытых горных работ

Руководитель

подпись, дата

А.В.Гилев
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

А.В.Марготнов
инициалы, фамилия

Консультанты:

Экономическая часть

подпись, дата

А.Д.Бурменко
инициалы, фамилия

Безопасность
жизнедеятельности

подпись, дата

Н.М.Капличенко
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

А.В.Гилев
инициалы, фамилия

Красноярск 2018
Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

институт

Горные машины и комплексы

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.В.Гилев

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2018 г

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломной работы.

Студенту Марготнову Артему Владимировичу

фамилия, имя, отчество

Группа Гм 12-13 Направление (специальность) 21.05.04 Горное дело,

номер

код

специализация 21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Проектирование

специализированных буровых инструментов для открытых горных работ

Утверждена приказом по университету № 705/с от 23 января 2018 года

Руководитель ВКР А.В.Гилев , профессор , доктор технических наук

инициалы, фамилия, должность, ученое звание

кафедры Горные машины и комплексы

место работы

Исходные данные для ВКР _____

Перечень разделов ВКР _____

Перечень графического материала Презентация в количестве 20 слайдов

Руководитель ВКР _____

подпись

А.В.Гилев

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

А.В.Марготнов

подпись, инициалы и фамилия студента

« ____ » _____ 20__ г.

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	6
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ	7
1.1 Объемы и способы бурения на ОГР.....	7
1.2 Современное состояние и пути совершенствования бурового оборудования.....	12
1.3 Современное состояние и пути совершенствования бурового инструмента.....	10
1.4 Вывод.....	30
2 ИССЛЕДОВАНИЕ СФЕРИЧЕСКИХ БУРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ	25
2.1 Конструктивные схемы СБИ и технологии их применения.....	7
2.2 Вывод.....	12
3 РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ШАРОШЕЧНОГО ДОЛОТА СО СФЕРИЧЕСКИМИ ШАРОШКАМИ	30
3.1 Конструкции бурового инструмента со сферическими шарошками.....	7
3.2 Расчет напряженно-деформированного состояние деталей и узлов шарошечного долота со сферическими шарошками.....	12
3.3 Вывод.....	10
4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	43
5 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА БУРОВОМ СТАНКЕ	47
5.1 Промышленная санитария.....	74
5.2 Влияние газов и пыли на организм человека.....	48
5.3 Влияние производственных шумов на организм человека.....	49
5.4 Требования к освещенности рабочего места.....	50
5.5 Питьевая вода.....	51
5.6 Сведения о профессиональных заболеваниях.....	51
5.7 Режим труда и отдыха, личная гигиена рабочего.....	52
5.8 Техника безопасности.....	53
5.9 Обучение и инструктаж рабочих по правилам техники безопасности.....	54
5.10 Медицинское освидетельствование.....	56
5.11 Электротравматизм.....	56
5.12 Защитные средства.....	58
5.13 Применение системы нарядов.....	58
5.14 Техника безопасности при работе на буровом станке.....	59
5.15 Правила пользования механизированными инструментами и приспособлениями.....	62
5.16 Техника безопасности при обслуживании станков, работе с механизированными инструментами и приспособлениями.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	66

ВВЕДЕНИЕ

Базисом всего промышленного производства является горная промышленность, осуществляющая добычу полезных ископаемых и обеспечивающая сырьевые потребности не только в России, но и других стран. Основные объемы горной массы подготавливаются к выемке буровзрывным способом, одним из главных производственных процессов которого является бурение взрывных скважин. Наибольшие объемы буровзрывных работ приходится на карьеры по добыче металлических руд, угля, химического сырья, минеральных удобрений и строительных материалов. В себестоимости горных работ затраты на шарошечное бурение скважин достигают примерно 30% на угольных разрезах и 45-50% на рудных карьерах. При этом основные затраты приходятся на буровые долота, являющиеся не только главными рабочими органами бурового станка, но и важнейшим элементом технологии буровых работ.

Современный специализированный буровой инструмент должен удовлетворять двум основным требованиям:

- обеспечивать интенсивные объемы разрушения горной породы с оптимальной энергоемкостью;
- обладать высокой надежностью (долговечностью и прочностью).

Создание эффективных буровых инструментов и технологии их применения на карьерах является актуальной проблемой.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

1.1 Объемы и способы бурения на ОГР

Бурение скважин производят не только в горной отрасли. Большие буровые работы ведут нефтегазовые и строительные предприятия. В настоящее время существует множество конструктивных решений по созданию различных видов буровой техники [1–11 и др.]. Однако основное применение на открытых и подземных горных работах нашли станки вращательного бурения шарошечными долотами (СБШ)

В ближайшее десятилетие в России ожидаемые годовые объемы бурения на открытых горных и строительных работах превысят 60–70 млн м³, освоение которых при существующих способах бурения потребует списочного состава буровых станков более 2 тыс. ед. и годового расходования 300–350 тыс. шт. бурового инструмента. Ежегодные эксплуатационные затраты на бурение скважин могут достигнуть более 30 млрд. руб., из которых примерно 35–50 % составят затраты на буровой инструмент.

Существенный вклад в разработку и решение вопросов, связанных с развитием техники и технологии буровых работ, внесли О.Д. Алимов, Г.В. Арцимович, Т.Г. Агошашвили, В.Д. Буткин, П.В. Борденев, Д.Н. Башкатов, Г.Д. Бревдо, К.Е. Винницкий, Л.Т. Дворников, А.А. Жуковский, К.И. Иванов, Б.Н. Кутузов, Б.А. Катанов, Л.И. Кантович, С.П. Решетняк, Ю.Е. Воронов, К.Н. Трубецкой, М.Г. Крапивин, Е.Д. Карпухин, Л.Е. Маметьев, Н.В. Мельников, И.Э. Наринский, П.П. Назаров, М.М. Протодьяконов, В.А. Перетолчин, Р.Ю. Подэрни, В.В. Ржевский, Н.Я. Репин, Л.Д. Саруев, Б.Н. Смоляницкий, А.Ф. Суханов, Б.А. Симкин, Н.Н. Страбыкин, И.А. Тангаев, Г.С. Филиппов, В.В. Царицын, Ф.А. Шамшев, К.А. Чефранов, Е.Ф. Эпштейн и др.

Большой вклад в создание специальных рабоче-исполнительных органов внесли Д.Н. Башкатов, В.Д. Буткин, А.В. Гилев, Б.В. Брюхов, А.Е. Беляев, В.М. Горячкин, И.К. Владимирцев, Я.Н. Долгун, В.И. Дусев, Б.А. Катанов, Ю.М. Коледин, М.Р. Мавлютов, Б.Р. Ракишев, В.С. Травкин, А.В. Телешов, Ю.П. Шеметов, О.В. Чернецкий, Е.В. Чудогашев, М.К. Якушин и др.

По теории разрушения горных пород, в области совершенствования бурового оборудования и бурения глубоких скважин известны наиболее значимые научные труды Л.И. Барона, М.Г. Бингхэма, Л.Б. Глатмана, В.С. Владиславлева, Б.И. Воздвиженского, М.М. Протодьяконова, С.Е. Чиркова, Г.Р. Кинга, Н. Маковеев, Ю.Ф. Потапова, В.П. Рожкова, С.С. Сулакшина, В.В. Симонова, В.С. Федорова, Л.А. Шрейнера, Р.М. Эйгелеса, А.А. Борисова, И.В. Баклашова, А.И. Спивака, Г.П. Черепанова, М.В. Раца, С.Н. Чернышева, Г.М. Крюкова и других исследователей.

Несмотря на значимость и многочисленность исследований, связанных с развитием буровой техники, в них недостаточно внимания уделено вопросам

оптимального и своевременного регулирования режимов шарошечного бурения, адаптивных систем устранения критических нагрузок при бурении сложноструктурных породных массивов применительно к проблеме повышения ресурса бурового инструмента и механической скорости бурения. Это потребовало проведения специальных исследований.

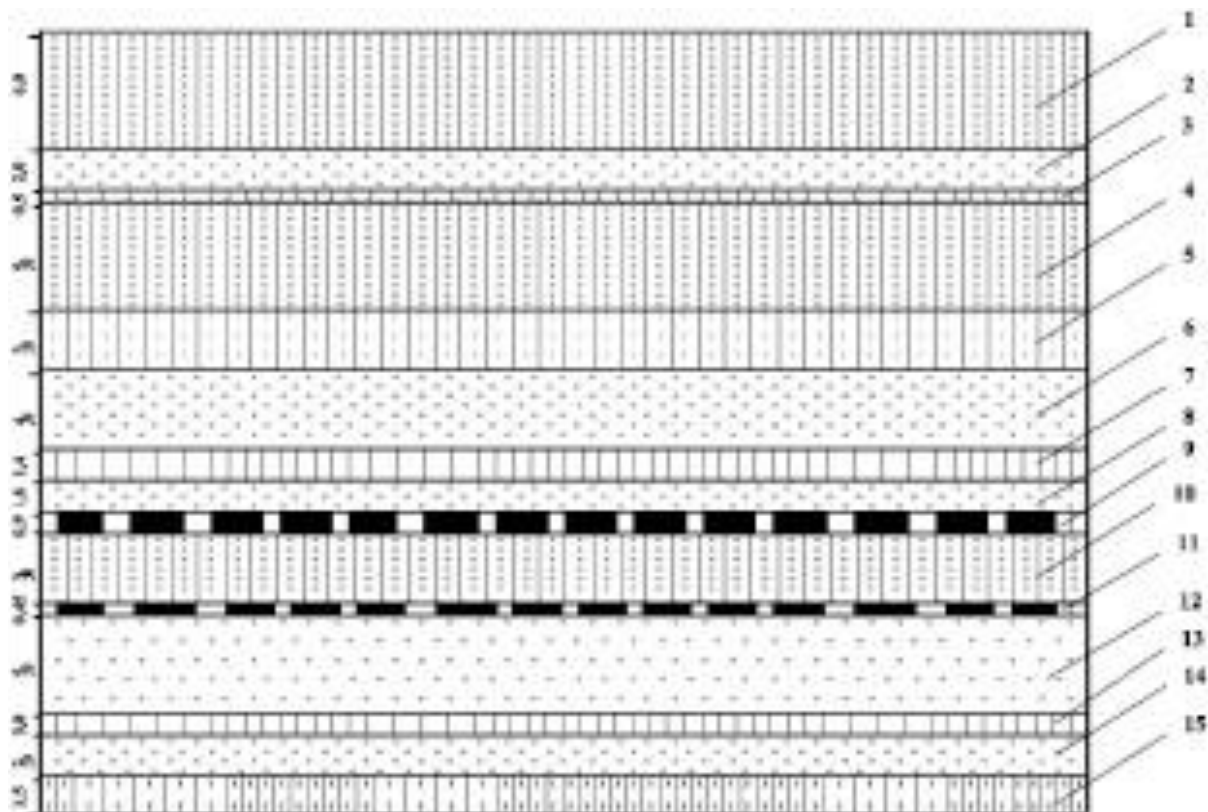
Самым ответственным, дорогостоящим, высоконагружаемым и изнашиваемым звеном бурового станка является буровой орган с вращательно-подающим механизмом. Система «буровой орган – вращательно-подающий механизм» за последние десятилетия практически не изменяется и не совершенствуется. В связи с этим рост производительности бурового оборудования практически прекратился и происходит непрерывное значительное увеличение затрат на буровые работы, приходящиеся на одну скважину.

Буровой орган, состоящий из буровых штанг и бурового инструмента, определяет способ бурения скважин в соответствии со свойствами горных пород, которые изменяются в широком диапазоне даже в пределах обуреваемого блока. Производительность станка и стойкость бурового инструмента в этом случае в огромной степени зависят от режима бурения.

Однако режим бурения, прежде всего, определяется типом и характеристикой вращательно-подающего механизма, обеспечивающего и своевременно регулирующего скорость вращения и усилие подачи.

Соотношение различных способов бурения зависит от многих факторов (горнотехнических, экономических), но главным образом от горногеологических условий и коэффициента крепости горных пород, значения.

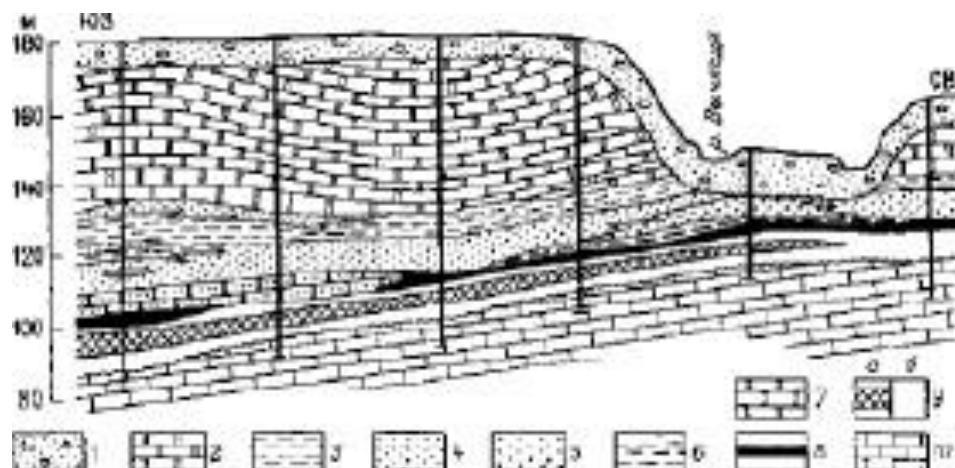
В процессе работы буровой инструмент сталкивается с пластами горной породы, имеющими разные мощность и физико-механические свойства. Так, структура горных пород Черногорского угольного разреза состоит из пластов мощностью от 0,45 до 6 м, имеющих диапазон крепости от 2 до 10 по шкале проф. М.М. Протодяконова (рис. 1.1)



1 – Слоистые алевролиты, песчаники. За счет многочисленных прослоев алевролита тон всего слоя темно-серый. $f = 6-8$; 2 – Песчаник массивный, среднезернистый $f = 8-10$; 3 – Аргиллит черный, слабоуглистый $f = 2-3$; 4 – Алевропесчаник невыдержанного состава, на отдельных участках переходящий в песчаник $f = 6-8$; 5 – Алевролит черный слоистый, с прослоями песчаника $f = 4-6$; 6 – Песчаник желто-серый, массивный, мелкозернистый $f = 8-10$; 7 – Аргиллит слабоожеженный $f = 4-6$; 8 – Песчаник неоднородный, ожеженный $f = 8-10$; 9 – Пласт Двухаршинный $f = 3$; 10 – Слоистый алевропесчаник $f = 6-8$; 11 – Пласт-спутник Двухаршинный $f = 3$; 12 – Песчаник неоднородный по составу, переслаивющийся с алевропесчаником $f = 6-8$, отдельные слои ожежены $f = 8-10$; 13 – Аргиллит темно-серый, плотный $f = 3-4$; 14 – Песчаник мелкозернистый, массивный $f = 6-10$; 15 – Слоистый темно-серый алевролит $f = 4-6$.

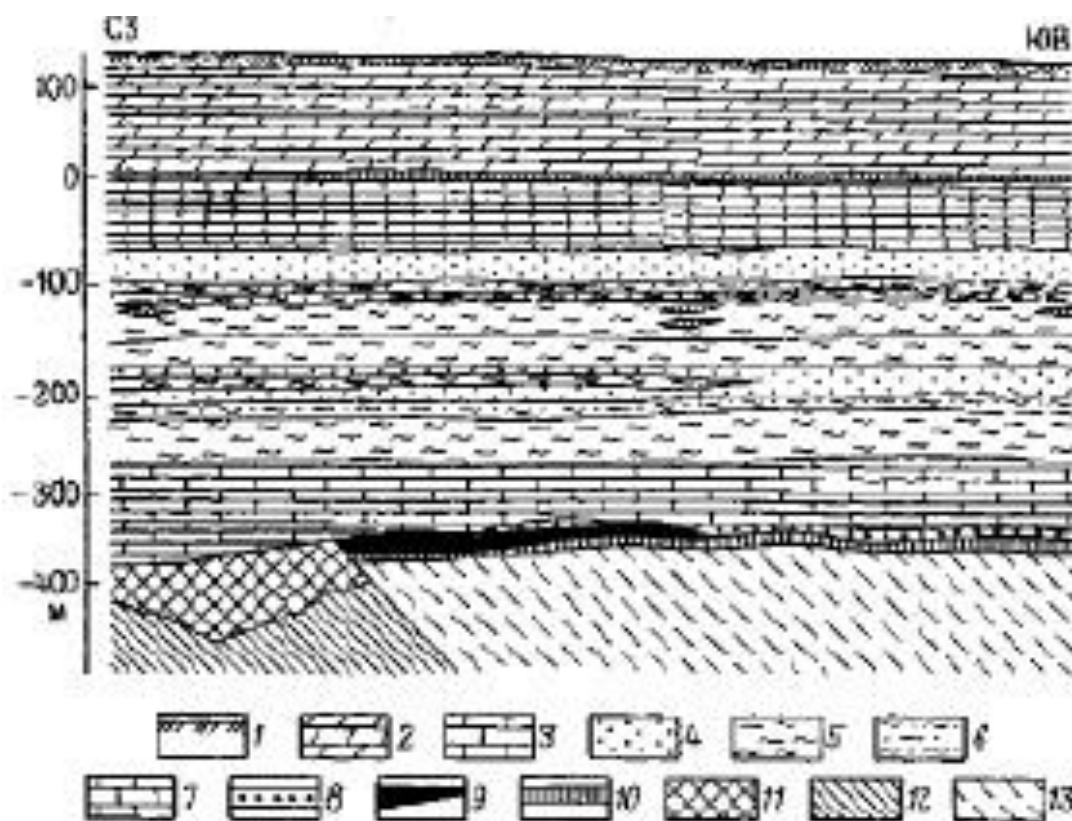
Рисунок. 1.1 - Структура горных пород Черногорского угольного разреза.

Похожим образом выглядит литологический разрез многих месторождений, разрабатываемых открытым способом (рис. 1.2–1.4). Различные буровые долота в процессе бурения испытывают различные нагрузки, а их кинематика характеризует принципиальные различия векторов сил, разрушающих горную породу. Однако, при прохождении трещин, нарушений однородности, слоев с различной крепостью долота испытывают существенные динамические нагрузки, возникающие в результате переходных процессов. Указанные нагрузки не являются необходимыми для эффективного разрушения горной породы, но существенно снижают ресурс буровых долот.



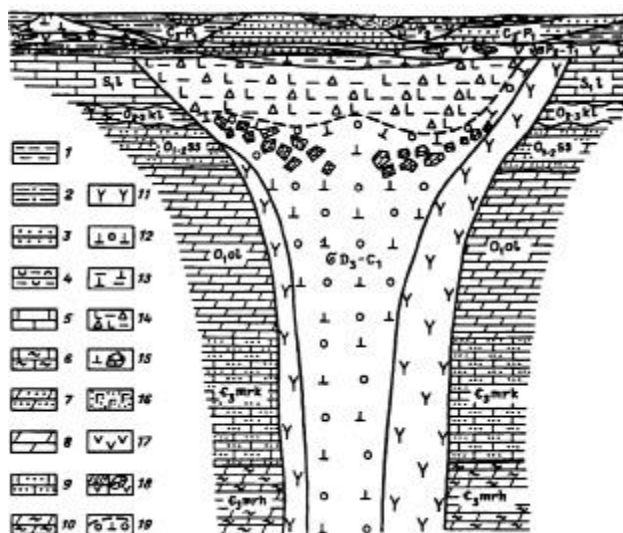
1 – четвертичные образования (суглинки, супеси, пески); 2 – доломиты; 3 – алевритистые глины; 4 – глинистые алевролиты; 5 – углистые алевролиты; 6 – углистые глины; 7 – песчаники; 8 – углистые аргилиты; 9 – бокситоносная пачка (а – бокситы, б – аллиты); 10 – глинистые известняки.

Рисунок. 1.2 - Геологический разрез бокситовой залежи Южно-Тиманского района.



1 – четвертичные отложения; 2 – мергели; 3 – мел; 4 – глины; 1–5 – глинистые пески; 6 – песчаная глина; 7 – известняки; 8 – бокситы осадочные; 9 – бокситы остаточные; 10 – аллиты; 11 – мартитовые и мартитгидрогематитовые железные руды; 12 – магнетитовые кварциты; 13 – сланцы филлитовидные и хлорит-серицитовые.

Рисунок. 1.3 - Геологический разрез Висловского месторождения.



1–4 – перекрывающие породы верхнего палеозоя: 1 – углистые алевролиты; 2 – песчанистые алевролиты; 3 – разномерные песчаники; 4 – туфоалевролиты; 5–10 – вмещающие породы: 5 – известняки лландоверийского яруса меикской свиты; 6 – мергелистые и глинистые известняки кылахской свиты; 7 – доломиты и песчанистые известняки сохсолоохской свиты; 8 – доломиты, глинистые доломиты и доломитистые известняки олдондинской свиты; 9 – терригенно-карбонатные породы моркокинской свиты; 10 – глинисто-карбонатные породы мархинской свиты; 11–12 – кимберлитовые породы: 11 – порфировые кимберлиты первой фазы внедрения; 12 – автолитовые брекчии второй фазы внедрения; 13–14 – стратифицированные осадочно-вулканогенные образования кратера: 13 – глинистого облика; 14 – «песчанистого» и «гравелитового» облика; 15 – ксенолиты осадочных пород в кимберлитах (ксенолитовый «пояс»); 16 – туфы основного состава; 17 – долериты; 18 – блоки кимберлитов и осадочных пород, отторгнутые и перемещенные интрузией траппов; 19 – граница пород кратерной фации.

Рисунок. 1.4 - Геологический разрез кимберлитовой трубки Юбилейная.

До перестроечного периода в СССР объем бурения на карьерах составлял около 60 млн м скважин в год, из них на угольных разрезах – около 27–28 млн м в год, на карьерах по добыче нерудных полезных ископаемых (горно-химическое и горно-металлургическое сырье, строительные материалы и др.) – около 15–17 млн м [7]. В 1987 г. на угольных разрезах 18,5 млн м скважин было пробурено станками шарошечного бурения и 9,5 млн м – станками шнекового бурения [1].

В настоящее время определить объемы бурения на карьерах России можно лишь приближенно. После распада СССР и перехода к рыночной экономике масштабы добычи угля и других полезных ископаемых открытым способом существенно снизились, но в настоящее время достаточно быстро восстанавливаются. Значительные объемы добычи цветных металлов, железных руд и угля остались в Казахстане (ССГОК, Экибастузский бассейн и др.), Средней Азии и Украине (Криворожский и другие бассейны).

Вместе с тем основные районы угледобычи находятся на Востоке России и в них происходит наращивание объемов, особенно в Кузбассе, где в ближайшие 5–7 лет объемы бурения на разрезах превысят 12–13 млн м.

В Канско-Ачинском и Минусинском бассейнах, кроме разрезов «Бородинский», «Изыхский», на которые приходились основные объемы буровых работ, возникли 27 новых развивающихся малых разрезов. С учетом

Кайерканского разреза (Норильский ГМК), Каа-Хемского (республика Тыва) и других в этом регионе Центральной Сибири объемы бурения приближаются к доперестроечному периоду. В этом же регионе значительное развитие получили карьеры по добыче золота из коренных месторождений (Олимпиадинское и др.), магнезитов, свинцово-цинковых, молибденовых и других руд, а также сырья для алюминиевых заводов.

Практически не уменьшились и в настоящее время увеличиваются объемы бурения на алмазодобывающих карьерах Якутии.

При этом в последнее время преобладает использование долот диаметром 244,5 мм, в меньшей степени – диаметрами 269,9; 320 и 190–215,9 мм (угольные разрезы). Шарошечные долота диаметром 140–161 мм не имеют больших перспектив из-за малой стойкости опор и неконкурентоспособности по сравнению с режуще-ударным инструментом (РУИ) в крепких породах и режущими долотами в некрепких породах.

Соотношение различных способов бурения будет изменяться, их выбор будет определяться горнотехническими факторами и экономическими показателями. Решающее значение при этом имеет не только крепость пород, но и требуемый диаметр скважин, зависящий от блочности (трещиноватости) взрываемых горных массивов и рациональности вида используемого взрывчатого вещества.

1.2 Современное состояние и пути совершенствования бурового оборудования

Процесс бурения скважин состоит из непосредственного разрушения породы и выноса продуктов разрушения из скважины. Эффективность разрушения в значительной мере зависит от конструкции долота, а очистка скважины – от работоспособности системы транспортирования буровой мелочи. При бурении массивов сложноструктурного строения возникают физико механические проблемы как с разрушением на забое неоднородных по крепости пород буровым долотом, так и с выдачей продуктов разрушения.

В ближайшее десятилетие в России ожидаемые годовые объемы бурения на открытых горных, земляных и строительных работах превысят 60 млн м скважин. Освоение таких объемов при существующем в значительной степени устаревшем парке оборудования потребует более 1500 единиц списочного состава буровых станков и расходования в год 160–200 тыс. буровых долот. Ежегодные эксплуатационные затраты на бурение взрывных скважин могут достигнуть 6 млрд рублей (причем примерно 60–65 % из них составят затраты на буровой инструмент) [1].

Столь большие расходы на буровой инструмент объясняются преимущественным применением на карьерах ресурсоемких и сложных шарошечных долот (свыше 80 % от всех объемов), прежде всего, увеличенного (244,5–320 мм) диаметра, стоимость которых непрерывно повышается.

Преимущественное распространение на открытых горных работах в России получили станки вращательного бурения шарошечными долотами, которыми бурят около 80 % всех взрывных скважин на карьерах.

Современный уровень техники и технологии бурения взрывных скважин на карьерах сформировался во второй половине XX в. Интенсивная работа как по развитию новых, так и по адаптации уже известных способов бурения к условиям открытой разработки проводилась до середины 1960 х гг. Ее результаты на многие годы определили преобладающее применение шарошечного бурения. Началось наращивание производства тяжелых станков вращательного бурения и формирование новой структуры бурового парка во всех горно-добывающих отраслях. (Так, например, кардинально изменилась структура парка буровых станков на угольных разрезах Кузбасса, где до середины 1980 х гг. использовались станки вращательного бурения со шнековой очисткой скважин). Относительно быстрый переход к шарошечному бурению в горно-добывающей отрасли стал возможным в том числе и благодаря накопленному опыту работы в нефтегазовой промышленности, геологоразведке и наличию технологических линий по производству шарошечных долот, что послужило основанием принятия типоразмерного ряда долот и буровых штанг.

Тяжелые станки вращательного бурения, оснащенные шарошечными долотами, обеспечивали производительность труда в 2–5 раз выше станков ударно-канатного бурения. При этом появилась возможность механизировать вспомогательные операции, и тем самым улучшить условия труда бурильщиков. К концу 1960 х гг. были созданы и отработаны основные базовые модели станков 2СБШ-200, СБШ-250 и БАШ-250.

Технические характеристики карьерных буровых станков, изготавливаемых отечественными заводами, приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Технические характеристики отечественных буровых станков

Модель Параметры	ЗСБШ- 200/250-60	6СБШ- 200-32; 5СБШ- 200-36	СБШ- 250МНА-32 (СБШ- 250МН)	СБШ- 270ИЗ	СБШ- 160-48
Скважина: диаметр, мм	215,8; 244,5	215,8; 244,5	244,5; 269,9	244,5; 269,9	160
глубина, м	До 60	До 40	До 32 (48)	32-55	48
Угол бурения к вертикали, градус	0–30, через 5	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30
Длина штанги, мм	12070	8060	8200 (12000)	11000	8000
Ход непрерывной подачи, м	1	1	8	12	8000
Усилие подачи, кН, не более	300	300	300	450	167
Скорость подачи на забой, м/с	0,033	0,033	0,017	0,1	до 0,05
Частота вращения долота, с-1 Крутящий момент, кН·м	до 2,5	до 2,5	0,25–2,5	0–2	0–2
Крутящий момент, кН·м	6–4,42	6–4,42	4,42	8–13	5,86
Подача компрессора, м3/с	0,53	0,42	0,417 (0,53)	0,63	0,42
Мощность электродвигателей, кВт: установленная вращателя компрессора хода	386 68 250 44	377 68 200 44	400 60 200 2x22	1000 105 300 2x65	420 – 200 –
Габариты в рабочем положении, мм: длина ширина высота	12100 5400 17320	10250 4880 13830	9200 5450 15350	12780 6090 19450	11500 5450 1300
Тип хода	Э-1602	УГ-60	УГ-60	ЭКГ	ЭГ-400
Масса станка, т	62	54	77	136	45

Технические характеристики станков зарубежных производителей приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Технические характеристики буровых станков зарубежных производителей

Модель Параметры	Atlas Copco DM-30	Atlas Copco DML	Bucyrus 35R	Bucyrus 60/61R	Tamroc k Driltec h D25KS	Tamroc k Driltec h D90KS	P&P 100XP	P&P 120A
Диаметры бурения, мм	130–171	152–270	до 270	до 381	130– 203	229– 311	349	251– 559
Глубина бурения, м: одной штангой максимальная	9,1; 15,2	9,1; 55	7,6; 36,4	19,8; 45,7	9,38; 64	19,8; 85	19,8; 59,4	19,8; 39,6
Наклонное бурение, градус	20	30					20	-
Осевое усилие, кН	136	272	340	до 590	126	499	495	680
Мощность вращателя, кВт	113	120	59	91–182	82	171,6	208	200
Частота вращения, мин–1	0–100	0–160	0–130	0–125			0–125	138
Крутящий момент на долоте, кН·м	7,3	12,2	9,5	15,6	8,2	16,9	16,2	17,2
Скорость подачи / подъема, м/мин	0–30/ 0–85	0–44/ 0–62	1,14	0,55	1,1	0,6	0-38	0-24,4
Тип привода	Д	Д	Д	Э	Э	Э	Э	Э
Мощность привода, л.с./кВт	425; 525	525; 760	298	840	320	709	522	1000
Компрессор Подача, м3/мин /давление, Мпа То же с ударником	25,5/0,7 6 25,5/2,4	34; 53,8/0,76 34/2,4	38,2/0,2 23	85,4/0,4 8	19,8	45– 73,6	85 0,551	102 0,387
Скорость хода, км/ч	0–4,0	0–2,7	3,2	1,7	2,9	1,27	1,3	1,6
Ходовая часть	CAT-D4	CAT 320S						
Рабочая масса, т	23,7	49	54,4	155	28,2	120,3	129,2	165,5

Станки 3СБШ-200-60 и 6СБШ-200-32 являются модификациями выпускавшихся ранее станков СБШ-200-32 и СБШ-200-40 и имеют также патронную схему ВПМ, тиристорный привод механизма вращения бурового става и хода, мачту с открытой передней панелью, кабельный барабан и штангу увеличенной (до 12 м против 8 м) длины.

К основным конструктивным особенностям станка СБШ-250МНА-32 относятся: верхний привод вращения бурового става, воздушно-водяная система пылеподавления, механизация операций по сборке и разборке бурового става.

Станок СБШ-270ИЗ, выпускаемый ОАО «Объединенные машиностроительные заводы» (Группа «Уралмаш-Ижора»), имеет привод основных механизмов (вращения, подачи бурового става и хода) от электродвигателей постоянного тока с питанием от тиристорных преобразователей, выполненную из труб мачту и винтовой компрессор с подачей 40 м³/мин.

Наиболее прогрессивные конструктивные решения характерны для станков фирмы Atlas Copco. К ним относится гидрофикация приводов всех систем станка на основе использования единого первичного двигателя – дизеля, приводящего в действие компрессор и насосную станцию. Последняя питает главные приводы станка.

Дизельные станки мобильны, маневренны и не требуют подключения к карьерной электрической сети. Гидравлика позволяет механизировать все основные операции процесса бурения.

Выпускаемые в настоящее время серийно ОАО «Бузулукский завод тяжелого машиностроения» и ОАО «Рудгормаш» тяжелые станки вращательного бурения 3СБШ-200-60, 6СБШ-200-32, 3СБШ-200/250-55, СБШ-250-МНА-32, СБШ-190/250-60 и СБШ-160/200-40 пока не выдерживают конкуренции с зарубежной техникой.

Главное, в чем они проигрывают лучшим зарубежным станкам, – низкая надежность. Впрочем, если сравнивать другие параметры – производительность, экономичность, условия работы и обслуживание, – то и здесь превосходство импортных машин тоже налицо.

Таким образом, одной из главных причин невысоких технико-экономических показателей буровых работ на карьерах является низкий технический уровень применяемого бурового оборудования. Техническая политика при создании новых машин долгое время была ориентирована лишь на дальнейшую модернизацию уже имеющихся конструкций без существенных качественных изменений.

Отечественные заводы постоянно разрабатывают и выпускают опытные образцы новых машин, но пока многим из этих образцов так и не удалось превратиться в востребованную машину, наверное, и потому, что они были всего лишь несколько улучшенным вариантом серийных машин, выпускавшихся многие годы ранее.

В итоге существующий в настоящее время парк буровых станков морально и физически устарел. Существует острая необходимость в быстром обновлении вырабатывающего свой остаточный ресурс станочного парка, причем подходы к решению вопросов проектирования новой буровой техники должны быть коренным образом изменены.

Следует идти не по пути копирования зарубежных моделей, а осваивать принципиально новые направления, и ориентируясь в качестве породоразрушающего инструмента не только на имеющие ряд серьезных и трудноустраняемых недостатков (чрезмерно высокая стоимость, высокое пылеобразование, по существу неремонтируемость) шарошечные долота.

Преобладающее применение шарошечного бурения привело к существенному снижению возможности управления параметрами буровзрывных работ. Так, например, применение скважин диаметром более 200 мм в крепких породах не приводит к снижению удельных затрат при добыче горной массы. По породам с повышенной сопротивляемостью взрыву более эффективные показатели достигаются при скважинах диаметром 150–190 мм. Применение же в этих условиях скважин диаметром 215–250 мм приводит к увеличению расхода ВВ на 20–40 % [4]. Серийный выпуск мобильных станков для бурения скважин диаметром 150–190 мм в крепких породах погружными пневмударниками отечественной промышленностью не освоен.

За последние годы производительность станков стабилизировалась, а условия горного производства резко усложнились. Поэтому происходит непрерывное увеличение затрат на бурение, которые в крепких породах достигают 30–35 % от общих затрат на производство горных работ.

Помимо удорожания сложных шарошечных долот и станков к снижению экономичности бурения привела совокупность таких факторов, как рост тарифов на электроэнергию, нестабильность качества долот; недостаточное внимание уделяется правильному выбору типов и режимов эксплуатации буровых долот.

Высокие затраты на электроэнергию во многом обусловлены несовершенством систем пневматической очистки скважин, в которых за всю историю применения станков СБШ принципиальных изменений не произошло. С проблемой оптимизации систем очистки скважин связано также отсутствие отработанной технологии бурения скважин в аномальных гидрогеологических условиях (закарстованные и глинистые зоны), которые характерны для отдельных участков карьеров. Положение усугубляется тенденцией к не всегда оправданному приобретению весьма дорогих зарубежных долот, а также ростом масштабов применения долот увеличенного диаметра (250–270 мм против 160–216 мм), стоимость и энергоемкость которых в 1,5–2 раза выше.

Карьерные станки вращательного бурения как легкого (СБР), так и тяжелого (СБШ) типов должны быть универсальными и в зависимости от горно-геологических условий иметь возможность оснащаться режущим, комбинированным (РШД) или шарошечным долотом.

При этом конструкция станка должна обеспечивать возможность регулирования в широких пределах параметров режима бурения (осевого

усилия, частоты вращения и крутящего момента на долоте), а при очистке скважин – регулирования количества сжатого воздуха, подаваемого в скважину. Тогда, например, с учетом специфики горно-геологических условий угольных месторождений, для бурения скважин диаметром 125–270 мм достаточно иметь два типоразмера универсальных станков вращательного бурения: станок легкого типа, у которого основным видом породоразрушающего инструмента должны быть режущие долота, и тяжелого типа, оснащаемого шарошечными, режущими и комбинированными долотами.

Станки должны быть адаптированы к специфическим условиям карьеров, сокращена их номенклатура и численность, повышен технический уровень.

1.3 Современное состояние и пути совершенствования бурового инструмента

1.3.1 Шарошечный буровой инструмент

На открытых горных работах наиболее распространены трехшарошечные долота для бурения скважин сплошным забоем с продувкой сжатым воздухом. В связи с большим разнообразием механических и абразивных свойств горных пород и руд изготавливается большой набор типов шарошечных долот, отличающихся по диаметру, виду породоразрушающего вооружения, опор и продувочным устройствам. В зависимости от условий проходки скважин изготавливаются более десятка типов шарошечных долот для бурения как глубоких, так и взрывных скважин.

Основное применение на отечественных карьерах находят шарошечные долота типов Т, ТЗ, К, ОК и реже М, МЗ и другие диаметрами 215,9; 244,5; 269,9; 320 мм и реже 146,151,161 и 190,5 мм.

На карьерах используют почти исключительно трехшарошечные долота (Рисунок 6) состоящие из трех секций, соединенных сваркой. Каждая секция состоит из лапы 1, на цапфе которой смонтирована шарошка 2, свободно вращающаяся на опоре, которая состоит из трех подшипников: большого роликового 3, маленького роликового 4 и шарикового ряда-замка 5.

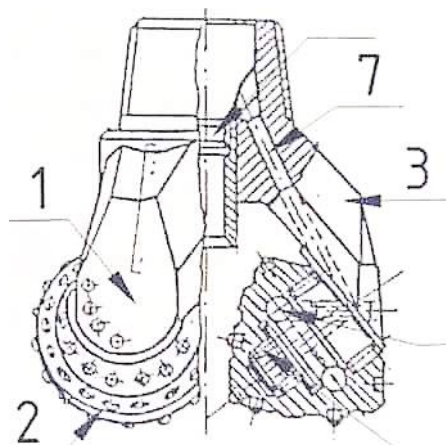


Рисунок 1.6 - Трехшарошечное буровое долото.

В зависимости от условий бурения и размера долота конструкции опор шарошечных долот, выпускаемых для горнорудной промышленности, разнообразны. Шарики при сборке закладывают через отверстие в цапфе лапы, которые потом заваривают.

Шарошка является исполнительною частью долотами представляет собой стальной корпус, чаще всего в виде конуса, на поверхности которого расположены зубки. Последние при перекачивании шарошек по забою скважины внедряются в породу под действием осевого усилия, прилагаемого к долоту. Разрушенную породу удаляют с забоя скважины сжатым воздухом, воздушно-водяной смесью или (при глубоком бурении на нефть и газ) промывочным раствором.

Сжатый воздух к долоту поступает через внутренний канал трубчатых штанг и далее через центральное или боковое отверстие на забой скважины. Часть воздуха через каналы в лапах идет в опоры шарошек, оmyвает подшипники и выходит наружу.

Такое техническое решение улучшает охлаждение опор и предотвращает попадание шлама в подшипники долота. Соединенные сваркой секции (лапы) долота образуют корпус, верхняя часть которого заканчивается резьбовым ниппелем, с помощью которого долото соединяется со штангами, вращение которых передается шарошкам. При этом частота вращения шарошки будет больше частоты вращения долота во столько раз, во сколько диаметр долота больше диаметра основания шарошки.

В целом конструкция породоразрушающей части шарошечного долота характеризуется большой рабочей поверхностью с переменным контактом зубков с породой. Величина сил, возникающих в зубьях, пропорциональна давлению на долото и частоте вращения. Эта величина тем больше чем дальше расположен зуб относительно оси скважины. Зубья, расположенные на вершине шарошек, работают почти в безударном режиме и разрушают породу благодаря смятию и срезу при проскальзывании. Зубья, расположенные у основания конуса шарошек, имеют небольшую энергию удара и могут разрушать породу ударом и скалыванием.

Долота, различают не только по числу шарошек, но и по геометрии наружной поверхности шарошек. Имеются долота с одно- и многоконусными шарошками, самоочищающегося и не самоочищающегося типа, со смещенными осями и без смещения осей. В долотах самоочищающегося типа зубчатый венец одной шарошки входит в углубление другой шарошки. Такая конструкция позволяет сделать шарошки большего диаметра и разместить в них более прочные опоры. Кроме того, самоочищающиеся долота хорошо работают в вязких, склонных к слипанию породах.

По расположению и конструкции продувочных каналов долота изготавливаются с центральной продувкой и с боковой продувкой.

В долотах с центральной продувкой предусматривается подвод воздуха к поверхности забоя через унифицированное сопло, расположенное в корпусе долота. В долотах с боковой (гидромониторной) продувкой каналы для подвода воздуха к забою скважины выполнены в приливах ассиметричных лап. В этих долотах струя воздуха направляется между шарошками в периферийную зону забоя. В нижней части продувочные каналы оснащены насадками, приваренными к лапам долота.

Тыльные конусы шарошек, стенки и козырьки лап защищаются от абразивного износа твердосплавными пластинами либо наплавкой твердым сплавом - релитом.

С теоретической точки зрения для каждой породы может существовать такой тип шарошечного долота, который обеспечивает наилучшие результаты бурения. На практике используют долота, созданные для определенной группы пород.

Недостатками таких долот являются неразборность конструкции и сложность технологии изготовления, однократность использования сварной конструкции, повышенный износ лап и узкая область применения долота, т.к. на нем монтируются шарошки какого-либо одного типа (фрезерованные, штыревые и др.), рассчитанные на бурение горной породы определенных свойств. Кроме того, чрезмерная открытость пространств между лапами, расположение эжекционных насадок в лапах высоко над шарошками (близко к ниппельной части) и направленность эжекторных струй вертикально вверх обуславливают хаотичность шламовых потоков и застойные явления в периферийной части забоя (у стенок скважины), где часть буровой мелочи может возвращаться к забою.

Это имеет место и при гидромониторной (боковой и тангенциальной направленности струй) схеме очистки забоя, которая не обеспечивает достаточной очистки забоя скважины, что, в свою очередь, снижает скорость бурения и стойкость долот. Как следствие этого оказывается недостаточной эффективность работы долот. Повышаются затраты на их изготовление и процесс бурения скважин.

Разборные буровые долота, содержащие корпус с продувочными каналами, сменные, оснащенные шарошками секции, хвостовики которых закреплены в кольцевых канавках корпуса, эксцентричных относительно оси

корпуса, с помощью вставных шпонок и винтовых стопорящихся заглушек , также имеют ряд существенных недостатков.

Основная часть секций (лап) этих долот, примыкающая к цапфам, остается в традиционной форме изготовления, располагается вне корпуса, а ее наружная поверхность не защищена от износа вследствие взаимодействия со стенками скважины и шламом. Корпус охватывает только ограниченную верхнюю часть хвостовиков. Чрезмерная нагрузка секций снижает восприятие больших крутящих моментов; открытость пространств между секциями бывает ниже корпуса, а его конструкция не позволяет применить эффективную очистку скважин с использованием рационально располагаемых эжекционных каналов. Сложность изготовления корпуса ввиду эксцентричности внутренних кольцевых канавок требует достаточно сложной и точной металлообработки и сборки. Из-за того, что основную нагрузку от крутящего момента несут шпонки и в меньшей степени внутренние поверхности корпуса, снижается надежность долота.

Эксцентричность кольцевых внутренних канавок корпуса не исключает проникновение мелкого шлама в полости, что вместе с многодетальностью элементов крепления может существенно затруднить процесс разборки долота и замену секций. Достаточная сложность операций сборки-разборки (необходимость точного совмещения отверстий с поворотом корпуса) делает практически невозможной быструю замену секций без отвинчивания долота от концевой штанги. По существу, в этом буровом долоте сохраняется принцип наружного (вне корпуса) расположения основной прицапфовой части секций со всеми связанными с этим недостатками. Следствием этих недостатков являются высокие затраты на изготовление буровых долот и буровые работы. В другом известном буровом долоте шарошечного типа, сменные вставные секции (лапы), включая их прицапфовые наружные части, размещены внутри корпуса литой однодетальной конструкции. Корпус имеет удлиненную цилиндрическую поверхность нижней несущей части, в которой внутри в проемы между шарошками просверлены цилиндрические каналы, ориентированные вверх под острым углом к образующей и боковой поверхности корпуса.

Внутренняя часть корпуса имеет торцевую выемку в форме усеченного конуса, диаметр нижнего основания и ось которого совпадает, соответственно, с диаметром и осью вращения долота. При этом хвостовики секций имеют форму прямоугольного параллелепипеда вставлены в ответные отверстия прямоугольного сечения в торце корпуса и крепятся к корпусу горизонтальными одним (для двух шарошечных долот) или несколькими (для трех- и четырехшарошечных долот) стержнями, закрепленными на корпусе резьбовым соединением с одной стороны и крепежной гайкой с другой стороны. Причем крепежная гайка имеет выемки некруглого сечения с наружной стороны под торцевой ключ, а с внутренней - под некруглый конец стержня.

Таким образом, такая конструкция долота отличается от других разборных шарошечных долот отсутствием лап (секций) традиционной внешней формы и внешним расположением прицапфовой части. Последняя

целиком находится внутри корпуса. От износа она прикрыта его элементами. Нижняя часть корпуса ограничивает межсекционное пространство (выше шарошек) и позволяет по новому расположить эжекционные каналы для эффективной очистки забоя.

Корпус 1 долота (Рисунок 1.7) выполнен в виде сплошной несварной конструкции, нижняя рабочая внешняя часть которой имеет удлиненную цилиндрическую поверхность с технологическими вырезками для продувки, а внутренняя - торцевую выемку в форме усеченного конуса (трапеция БВГД), диаметр БД нижнего основания и ось которого совпадают с диаметром и осью вращения долота.

В верхней части долота имеется ниппель 2 и продувочные каналы 3. Шарошки 4 смонтированы на подшипниках наклонных цапф сменных лап 5, хвостовики 6 которых имеют форму прямоугольного параллелепипеда, входят в ответные прямоугольные отверстия в торце внутри корпуса и закрепляются в корпусе горизонтальным стержнем 7, который проходит через цилиндрические отверстия, сделанные в верхней части хвостовиков. Один конец стержня вставляется в отверстие 8 корпуса с резьбовым соединением или без него.

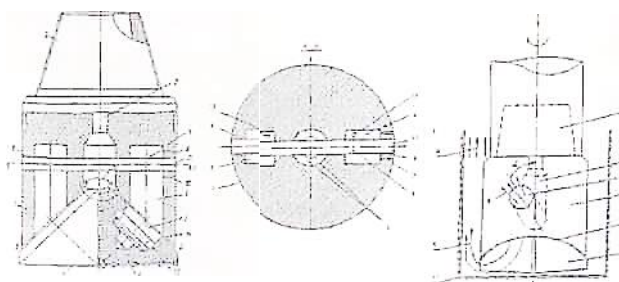


Рисунок 1.7 - Разборное буровое долото шарошечного типа

Другой конец стержня имеет некруглое сечение (четырехугольное, шлицевое и др.), входит в ответное отверстие 10 путем ввертывания торцевым ключом благодаря выемке 11 некруглого (например четырехугольного) сечения, сделанной с наружной стороны крепежной гайки. Цапфы шарошек и их внутренние поверхности выполняются по типовым схемам, включающим подшипники скольжения и замковый подшипник качения 12. В хвостовике лап делаются каналы 13, сообщающиеся с каналами в цапфах (не показаны) для смазки подшипников с помощью известных устройств, например, лубрикаторов (не показаны). Подшипники цапф герметизируются прокладочными шайбами 14. Крепежный стержень 7 в двухшарошечном долоте ориентирован по диаметру долота, в остальных случаях (трех- и четырехшарошечных долотах) – по хордам окружности корпуса долота. Технологические вырезы 15 и выемки облегчают корпус и продувку долота. С цилиндрической поверхности в нижней части корпуса внутрь долота в проемах между шарошками просверлены цилиндрические каналы 16, ориентированные вверх под острым углом как к образующей, так и к боковой поверхности корпуса. Отсутствие больших открытых межсекционных пространств обуславливает повышенное избыточное давление сжатого воздуха в торцевой выемке долота, поэтому каналы 16 обеспечивают создание дополнительного потока Е, направленного под углом α к оси долота в сторону вращения долота. Этот поток эжектирует внутри долотную зону, суммируется с образованным через канал 3 потоком К,

поднимающимся от забоя, увеличивает скорость восходящего общего потока И в наддолотной зоне, активизирует удаление буровой мелочи в периферийной части забоя 17, препятствует возвращению буровой мелочи на забой и образованию «сальников». Принятая форма нижней части корпуса и приближенность квазиэжекторных каналов 16 к забою обеспечивают упорядоченный и безвозвратный выход буровой мелочи в затрубное пространство, а косая направленность дополнительных воздушных струй под углом α к оси долота создает при вращении долота спиральный поток с большой скоростью вдоль штанги, который улучшает процесс эвакуации буровой мелочи из скважины.

При эксплуатации данного долота из комплекта сменных лап, оснащенных шарошками с различным вооружением (типов М, Т, ТЗ, К, ОК и других), выбирают наиболее соответствующие свойствам буримых пород и вставляют их хвостовиками 6 в прямоугольные отверстия в торце корпуса. Затем через отверстие 10 в корпусе и цилиндрические отверстия в верхних частях хвостовиков вставляют крепежный стержень 7 до соприкосновения с резьбовым отверстием 8 корпуса. На другой некруглый конец стержня надевают крепежную гайку 9 и с помощью торцевого ключа через выемку 11 ввертывают ее в отверстие 10. При этом одновременно в отверстие 8 корпуса ввертывают другой конец стержня.

В собранном виде долото с помощью ниппеля 2 навинчивается на концевую штангу бурового става, который вращается вращателем станка с определенной подачей на забой и тем самым осуществляет бурение скважины. После износа шарошек производится их демонтаж с поднятого долота. Торцевым ключом через выемку 11 отвертывается крепежная гайка 9 и вместе с ней вывертывается другой конец стержня из отверстия 8 корпуса. Стержень вынимается, освобождая хвостовики 6. После этого съемником или через специальные каналы (не показаны) вынимаются лапы с изношенными шарошками и направляются на утилизацию или ремонт. Затем в корпус вставляются новые лапы с новыми шарошками соответствующего буримой породе типа описанными выше операциями и бурение продолжается.

Характерно, что замена шарошек может производиться без снятия корпуса долота с концевой штанги. Этим исключаются значительные потери времени и энергии на вспомогательные операции, что приводит к повышению производительности бурения.

Преобладающая удлиненная цилиндрическая поверхность корпуса способствует уменьшению вибраций при бурении и соблюдению заданной направленности бурения, что особенно важно при проходке наклонных скважин на карьерах и вейерных скважин в очистных блоках рудных шахт.

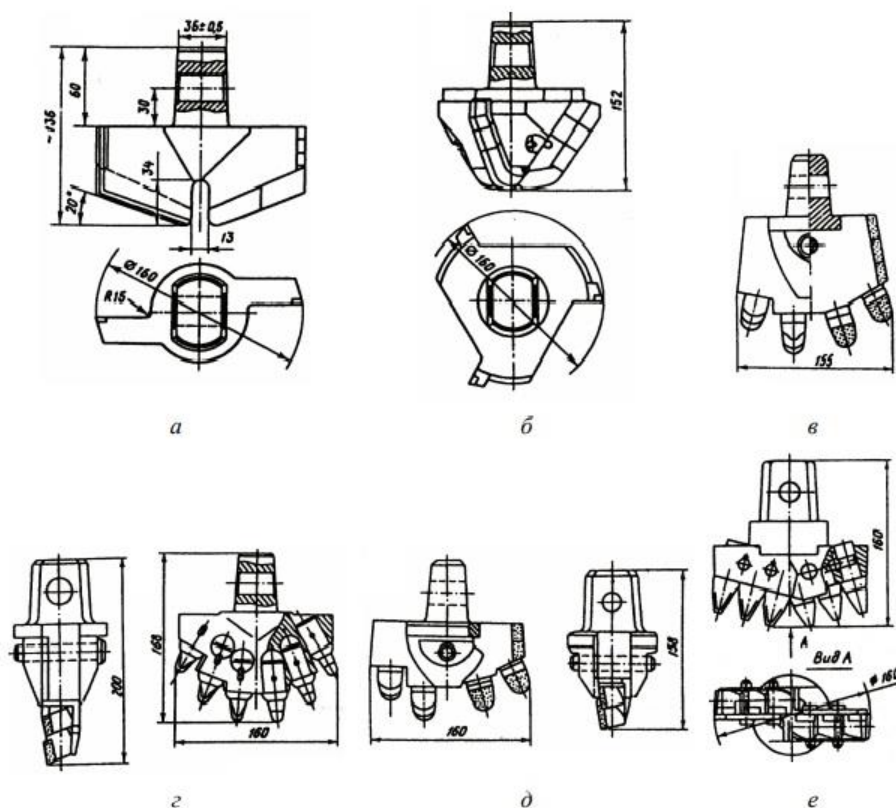
Внутреннее размещение лап (хвостиков) шарошек не ведет к существенному уменьшению диаметра, длины образующих конусов и рабочей поверхности шарошек. Оно также обеспечивает надежную защиту сменных лап от износа. В перспективе замена замкового шарикового подшипника более совмещенной съемной деталью, удерживающей шарошку на цапфе, сделает

сменные секции во многих случаях пригодными для повторного использования и ремонта.

Корпус долота изготавливают методом литья без использования сварки. Литая заготовка подвергается несложной чистовой обработке поверхностей, отверстий с операциями нарезки резьбы на ниппеле и двух отверстий в корпусе для крепления стержней, фиксирующих в корпусе хвостовики секций. Последние (цапфы с хвостиками) могут изготавливаться методом литья с последующей чистовой доводкой поверхностей или штамповкой с последующей обработкой на металлорежущих станках.

1.3.2 Режущий буровой инструмент со шнековой очисткой скважины

Для бурения горных пород с коэффициентом крепости $f=6$ разработан режущий буровой инструмент (Рисунок 1.5), отличающийся тем, что разрушающие элементы имеют постоянный контакт с породой.



а – СВБ2-23-03М2 (НПИ-2); б – НПИ-6/160 (оба Новочеркасского технического университета и Карпинского машиностроительного завода); в – 7РД-160Ш; г – 8РД-160Ш (оба Иркутского технического университета); д – КБЛ-160Е; е – КБ-160А (оба Кузбасского технического университета)

Рисунок 1.5 – Режущие буровые долота для бурения со шнековой очисткой скважин.

По конструкции режущий буровой инструмент делится на несколько видов с плоским корпусом или объемным корпусом; со сплошными резцами и резцами, расставленным на корпусе с разрывом сплошности. В обоих случаях режущие элементы могут быть выполнены в виде вставных резцов самой разнообразной формы, армированных пластинками или вставками (штырями) твердого сплава.

Режущие долота со шнековой очисткой используют для бурения скважин преимущественно диаметром 160мм (реже 125 мм) в слабых и средней крепости породах с $f < 5-6$, обеспечивая в этих условиях большую производительность, чем при шарошечном бурении. Их конструктивные особенности, применяемые режимы бурения и работоспособность существенно зависят не только от крепости буримых пород, но и в значительной степени от параметров и транспортирующей способности става шнековых штанг.

При шнековой очистке режущие долота в процессе работы на забое скважины погружены в буровой шлам, поэтому армируются твердым сплавом, как правило, на всю высоту корпуса, который выполняют как можно короче, чтобы облегчить поступление разрушенной породы на первый виток шнека.

Наиболее распространены режущие коронки двух типов: СБВ-2-32-03Н2 (НПИ-2) и НПИ-6/160, серийно выпускаемые Карпинским машиностроительным заводом. Первая из них имеет плоскую форму рабочей части, сплошную режущую кромку. Она наиболее эффективно используется при бурении слабых пород с $f = 1-4$, когда скорость бурения (подачи) имеет большие величины (до 4 м/мин), которые ограничиваются лишь транспортирующей способностью шнека мощностью вращателя. В более крепких породах коронка НПИ-2 быстро изнашивается и имеет стойкость 150-200м.

Долота для бурения со шнековой очисткой типов ДР-160Ш и ДР-160ШЭ, разработанные НИИОГР, отличаются использованием съемных резцов специальной конструкции, позволяющей экономить твердый сплав.

Общая оценка рассматриваемого бурового инструмента сводится к следующему. Бурение режущими долотами со шнековой очисткой отличается простотой и надежностью, но оно ограничено породами небольшой крепости по условию стойкости вооружения долот и шнеков. При шнековой очистке режущее долото работает в заполненной буровой мелочью призабойной зоне скважины. Образуется тело волочения и буровая мелочь поступает на шнек за счет ее выдавливания из забоя. В таких условиях происходит интенсивный нагрев режущих элементов из-за плохого теплоотвода и, как следствие, повышенный износ долота, особенно при встрече с пропластками твердых пород.

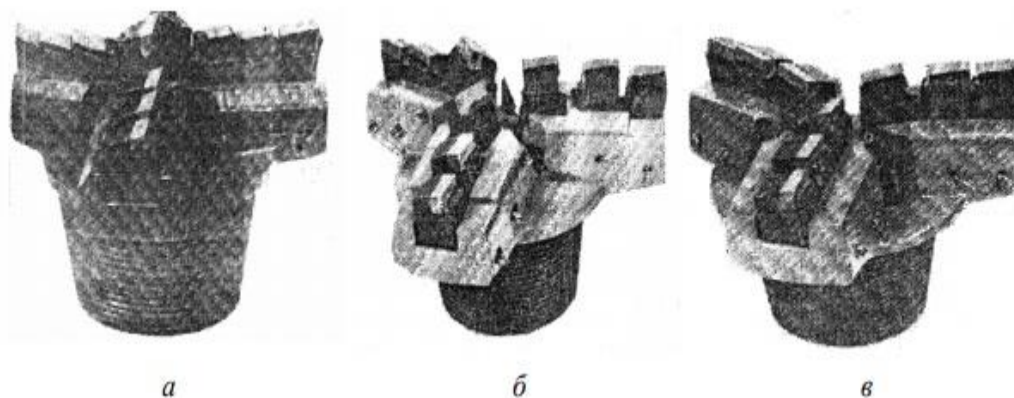
Удовлетворительная транспортирующая способность шнека при бурении некрепких пород обеспечивается при скоростях вращения 120, 200 об/мин и более, которые излишни с точки зрения стойкости долота. Происходят большие затраты энергии на вращение заполненного шламом бурового става и преодоление трения вращающегося тела о стенки скважины. По этой причине затраты мощности сильно возрастают с глубиной скважины и при бурении

влажных и вязких пород мощность вращателя (обычно 40—50 кВт) становится недостаточной для бурения скважины глубиной более 15—18 м.

1.3.3 Режущий буровой инструмент со шнековой очисткой скважины

Новые большие возможности бурения резанием открываются при использовании пневматической и шнекопневматической очистке. В этом случае конструкции режущих долот претерпевают значительные изменения.

Применение режущих долот на шарошечных станках СБШ, начатые на основе исследований, выполненных в период 1961—1965 гг., знаменовало новый важный этап в прогрессивном развитии не только технологии силового бурения резанием, но и характеристик карьерных буровых станков, придавая им универсальность по способам бурения. Подача сжатого воздуха на забой скважины устраняет многие ранее отмеченные негативные явления в забойном процессе, присущие шнековой очистке, а также позволяет устанавливать рациональные скорости резания, которые не могли достигаться из-за вынужденно высоких скоростей вращения шнеков.



а – ДР214В; б – ДР214ВЭ; в – ДР243ВЭ

Рисунок 1.6 – Режущие долота для бурения с пневматической и шнекопневматической очисткой

Одними из первых на шарошечных станках СБШ-200 применялись режущие долота диаметрами 214 и 243 мм типов ДР214В, ДР214ВЭ и ДР243ВЭ разработанные НИИОГР и внедренные в широком масштабе на Экибастузских разрезах.

По сравнению со шнековым бурением на режущие долота типа ДР удельная осевая нагрузка на 1 см диаметра долота была увеличена в 2,2 раза, а скорость резания крепких пород уменьшена в 1,3 раза. Такой силовой режим резания в сочетании с немедленным удалением буровой мелочи из забоя скважины и охлаждающим влиянием потока сжатого воздуха обеспечивает снижение интенсивности изнашивания резцов и удельного их x износа. Тем самым при переходе на силовое резание с продувкой существенно расширяется область эффективного использования режущих долот, становится экономически целесообразным применять бурение резанием в массивах, содержащих достаточно мощные слои крепких пород. При этом исключаются большие затраты на шнеки, стойкость которых в несколько раз ниже стойкости трубчатых штанг.

Оригинальной и перспективной является конструкция режущего долота типа ДР-160-244, разработанного НИИОГР и предназначенного для бурения скважин в малоабразивных породах крепостью $f = 1—6$, которые перемежаются со среднеабразивными породами (песчаниками и т.п.) с $f < 8$ общей мощностью до 10 % от глубины скважины. В таких условиях бурения на станках ЗСБШ-200-60 инструментом ДР-160-244 диаметрами 216 и 244 мм обеспечивается увеличение скорости на 44—45 % по сравнению с трехшарошечными долотами типа 215.9МПГВ2.

Этот инструмент может перестраиваться на бурение скважин различного диаметра и осуществлять разрушение горных пород крупным сколом, обеспечивая высокие эксплуатационные показатели.

1.4 Вывод

Типоразмерный разряд разборных долот целесообразно формировать из трех основных видов, обусловленных конструкциями разрушающих элементов. Каждый вид разборного инструмента имеет свои границы применения. Он содержит разные модели долот. Отличительной особенностью каждого вида долот является характер взаимодействия с горной породой. Обобщающим признаком всего бурового инструмента является разборность, которая обеспечивает равный ресурс узлов и деталей, ремонт и восстановление долот. Указанные особенности специализированных буровых инструментов способны в значительной степени повысить эффективность технологического процесса бурения и затраты на буровые работы.

2 ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ БУРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1 Конструктивные схемы специализированных буровых инструментов и технологии их применения.

2.1.1 Долото режущего действия с зубчато-дисковыми шарошками переменного диаметра

Известные долота режущего типа для бурения горных пород, состоящие из хвостовика, съемного корпуса, сменных резцов и замковых пальцев, а также долота, состоящие из корпуса с ребрами и смонтированных между ними на осях и опорах скольжения режущих дисков, не позволяют бурить скважины различного диаметра из-за отсутствия возможности регулирования диаметра долот, что снижает их технологические возможности при бурении горных пород с различными физико-механическими свойствами.

Ограниченные технологические возможности указанных режущих долот позволяет компенсировать буровое долото режуще-вращательного типа, оснащенное эксцентриковыми втулками, на которых установлены рабочие органы, выполненные в виде режущих зубчато-дисковых шарошек. Буровое долото состоит из корпуса с ребрами, режущих дисков, оснащенных твердосплавными зубками, шлицевых втулок и шлицевых осей. Шлицевые оси закреплены в шлицевых отверстиях ребер корпуса. На шлицевых осях посажены шлицевые втулки, внутренние отверстия которых имеют шлицы и выполнены эксцентрично относительно окружности, образующей внешнюю поверхность этих шлицевых втулок.

На шлицевых втулках 5 свободно установлены режущие диски 3. При изменении положения эксцентриситетов относительно оси вращения долота изменяется его диаметр. При этом обеспечивается возможность регулирования диаметра долота, а следовательно, и диаметра скважины при бурении горных пород с различными физико-механическими свойствами и применении разных схем (сеток) обуривания забоя.

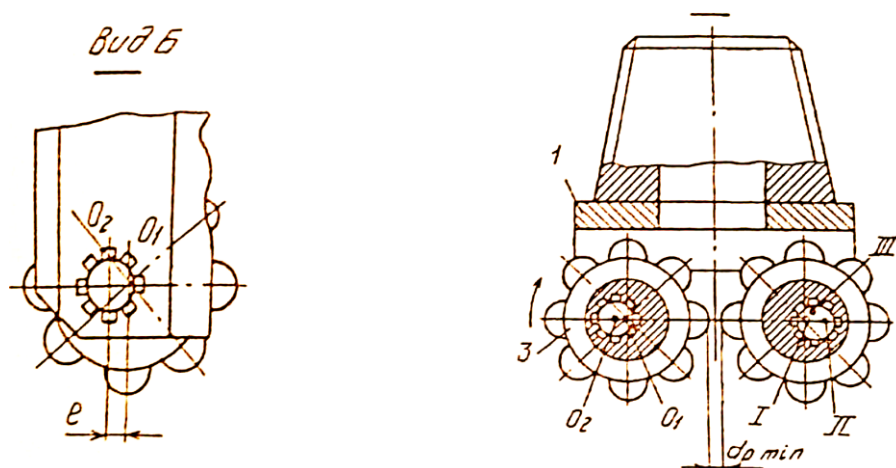


Рис. 2.1.1 Долото с зубчато-дисковыми шарошками режуще-вращательного типа

2.1.2 Дискное долото фрезерного типа с регулируемым диаметром

В угольной и геологоразведочной отраслях нашли применение дисковые долота режуще-вращательного действия и фрезерного типа, которые отличаются простотой и надежностью конструкции, возможностью замены рабочих органов с различным вооружением. Буровые долота имеют корпус. Он снабжен смещенными относительно друг друга консольными осями, на которые установлены рабочие диски.

Однако диски в корпусе смонтированы на отдельных осях. На оси действуют значительные изгибающие моменты, т.к. они закреплены в лапах одним концом. Это снижает область применения указанных долот в более крепких породах. Несимметричные лапы сложны в изготовлении. Использование долот не позволяет регулировать их диаметр и расстояние между дисками. При этом нет возможности бурения горных пород в широком диапазоне физико-механических свойств, компенсации уменьшения диаметра долота вследствие износа его зубков.

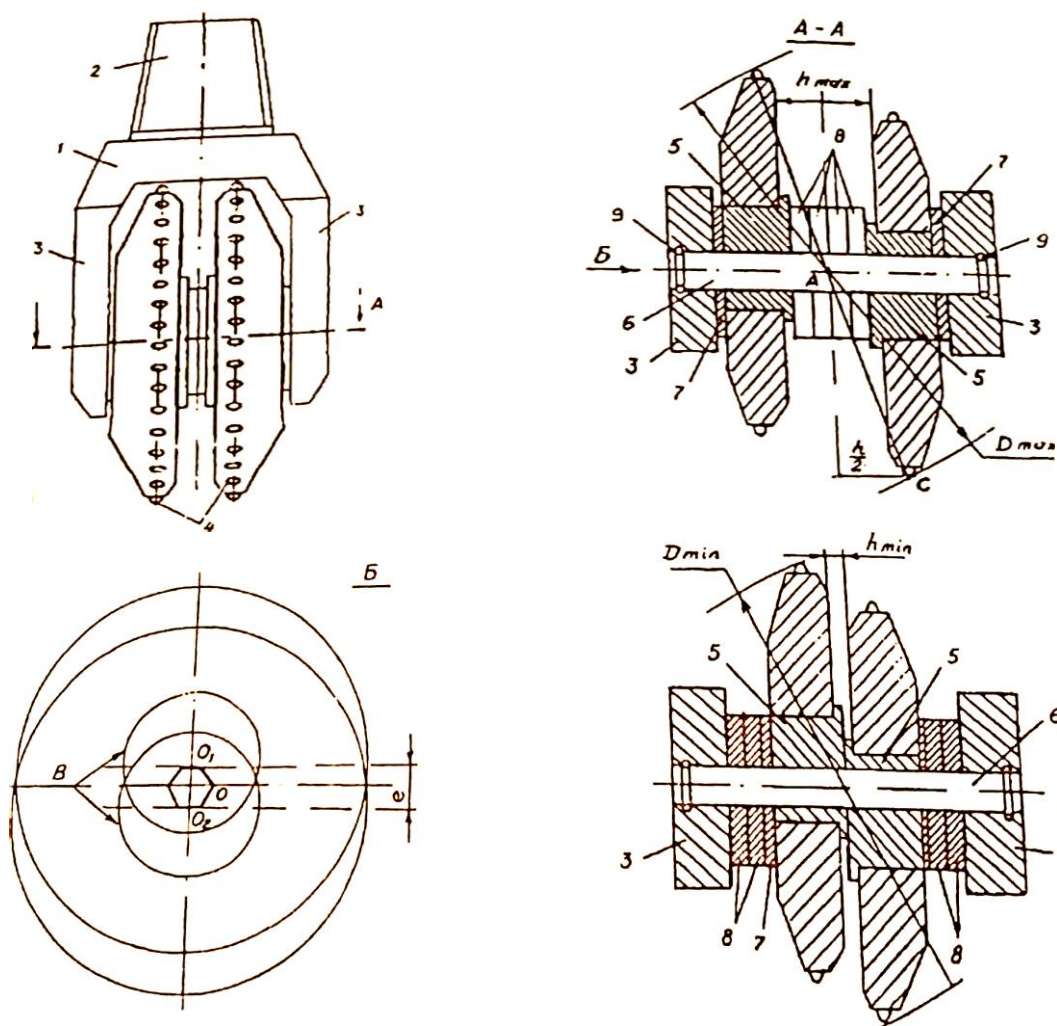


Рисунок 2.1.2 Дискное долото фрезерного типа с регулируемым диаметром

2.1.3 Буровое дисковое долото скалывающе-раздавливающего действия

Буровые трехшарошечные долота неразъемной конструкции, стоящие из сваренных между собой лап, на цапфах которых сконструированы цельные конусные шарошки, имеют различные исполнения по расположению осей шарошек: с осями, выполненными без их смещения относительно оси долота в горизонтальной плоскости и со смещением осей шарошек относительно плоскости оси на величину от 1,5 до 10 мм для создания скалывающего воздействия на породу.

Вооружение этих шарошек выполнено в виде выфрезерованных на теле шарошек зубцов призматической формы, боковые грани которых наплавлены зерновым твердым сплавом или выполнены в виде запрессованных в тело шарошек твердосплавных зубков. Использование указанных долот не позволяет регулировать величину смещения осей шарошек в горизонтальной плоскости относительно долота. Они сложны в конструктивном отношении и по трудоемкости изготовления шарошек и опор.

Частично указанные недостатки компенсирует буровое дисковое долото скалывающе-раздавливающего типа, включающее корпус, в верхней части которого расположен резьбовой присоединительный ниппель, а в нижней — установленные на закрепленных в опорах осях цельные породоразрушающие шарошки. Вооружение этих шарошек выполнено в виде сплошных концентрических венцов, перпендикулярных образующим шарошек. Поперечное сечение венцов может иметь треугольную, полукруглую, трапециевидную, клиновидную и любую другую рациональную форму. Однако тип долот имеет ряд существенных недостатков, к которым относится сложность конструкции и трудоемкость изготовления цел дисковых шарошек и их опор, отсутствие возможности оперативного смещения осей вращения шарошек в плане, затрудненность армирования сплошных венцов, невозможность оперативного регулирования шага между венцами.

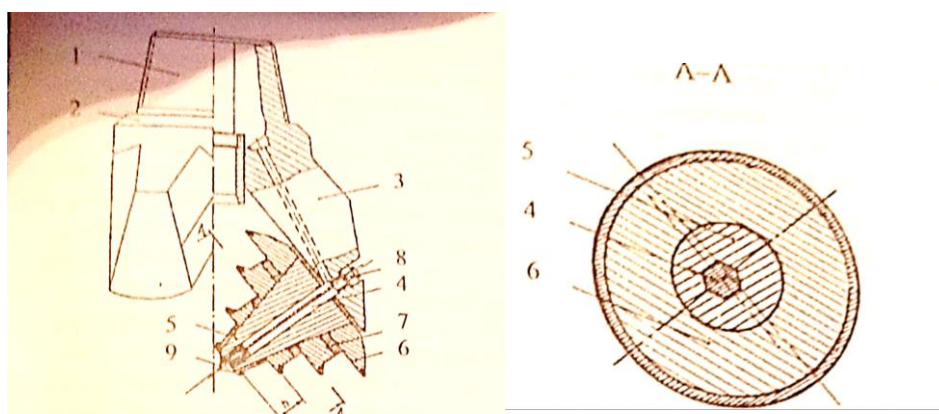


Рисунок 2.1.3 – Буровое дисковое долото скалывающе-раздавливающего действия

2.1.4 Буровое долото режуще-скалывающего действия

Известные многошарошечные долота скалывающе-дробящего действия состоят из корпуса, крепящейся к нему крестовины, четырех лап и шарошек, две из которых боковые наклонные, а две другие малые. Смонтированы они на горизонтальной оси и имеют коническую форму, как и боковые, а также опоры качения (шариковые и роликовые). Образующие зубков боковых шарошек не пересекаются на оси долота, а в малых шарошках зубцы нарезают породу по спирали. Благодаря этим особенностям долота производят скалывающе-дробящее действие с элементами резания породы.

Однако использование этих долот не позволяет устранить такие недостатки, как сложность конструкции, трудоемкость изготовления, высокую стоимость по сравнению с долотами режущего типа.

Известно также долото режущего типа, содержащее корпус, закрепленные в корпусе оси и установленные на осях породоразрушающие диски, плоскость режущих граней которых расположена под углом к диаметральной плоскости корпуса, причем породоразрушающие диски установлены эксцентрично относительно осей посредством эксцентричных втулок, связанных с осями шлицевыми соединениями.

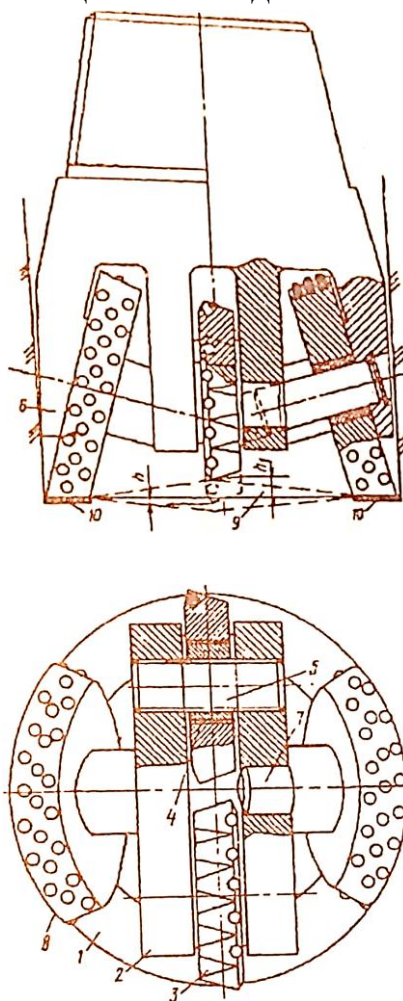


Рисунок 2.1.4 – Буровое долото режуще-скалывающего действия

2.1.5 Разборное буровое долото шарошечного типа

Применяемые в горной промышленности бескорпусные (секционные) двух- и трехшарошечные долота состоят из сваренных между собой в единую конструкцию лап (секций), на цапфах которых на тела качения и скольжения смонтированы шарошки, обращенные конусами внутрь долота, оснащенного присоединительным ниппелем и каналами для продувки (промывки) скважины и продувки или смазки опор. При этом для улучшения очистки скважины наряду с предпочтительными центральными продувочными каналами в верхней части лап размещают эжекционные каналы, направленные вертикально вверх.

Недостатками таких долот являются неразборность конструкции и сложность технологии изготовления, однократность использования сварной конструкции, повышенный износ лап и узкая область применения долота, т.к. на нем монтируются шарошки какого-либо одного типа (фрезерованные, штыревые и др.), рассчитанные на бурение горной породы определенных свойств. Кроме того, чрезмерная открытость пространств между лапами, расположение эжекционных насадок в лапах высоко над шарошками (близко к ниппельной части) и направленность эжекторных струй вертикально вверх обуславливают хаотичность шламовых потоков и застойные явления в периферийной части забоя (у стенок скважины), где часть буровой мелочи может возвращаться к забою.

Это имеет место и при гидромониторной (боковой и тангенциальной направленности струй) схеме очистки забоя, которая не обеспечивает достаточной очистки забоя скважины, что, в свою очередь, снижает скорость бурения и стойкость долот. Как следствие этого оказывается недостаточной эффективность работы долот. Повышаются затраты на их изготовление и процесс бурения скважин.

Известно несколько модификаций подобных шарошечных долот усложненной разборной конструкции с различными способами крепления к корпусу лап (в том числе вставных), но в любом случае наружная часть лап, примыкающая к цапфам, соприкасается со стенками скважины и имеет несовершенную аэродинамическую форму.

Разборные буровые долота, содержащие корпус с продувочными каналами, сменные, оснащенные шарошками секции, хвостовики которых закреплены в кольцевых канавках корпуса, эксцентричных относительно оси корпуса, с помощью вставных шпонок и винтовых стопорящихся заглушек, также имеют ряд существенных недостатков.

Основная часть секций (лап) этих долот, примыкающая к цапфам, остается в традиционной форме изготовления, располагается вне корпуса, а ее наружная поверхность не защищена от износа вследствие взаимодействия со стенками скважины и шламом. Корпус охватывает только ограниченную верхнюю часть хвостовиков. Чрезмерная нагрузка секций снижает восприятие больших крутящих моментов; открытость пространств между секциями бывает ниже корпуса, а его конструкция не позволяет применить эффективную очистку скважин с использованием рационально располагаемых эжекционных каналов. Сложность изготовления корпуса ввиду эксцентричности внутренних кольцевых канавок требует достаточно сложной и точной металлообработки и сборки. Из-за того, что основную нагрузку от крутящего момента несут шпонки

и в меньшей степени внутренние поверхности корпуса, снижается надежность долота.

Эксцентричность кольцевых внутренних канавок корпуса не исключает проникновение мелкого шлама в полости, что вместе с многодетальностью элементов крепления может существенно затруднить процесс разборки долота и замену секций. Достаточная сложность операций сборки-разборки (необходимость точного совмещения отверстий с поворотом корпуса) делает практически невозможной быструю замену секций без отвинчивания долота от концевой штанги.

По существу, в этом буровом долоте сохраняется принцип наружного (вне корпуса) расположения основной прицапфовой части секций со всеми связанными с этим недостатками. Следствием этих недостатков являются высокие затраты на изготовление буровых долот и буровые работы.

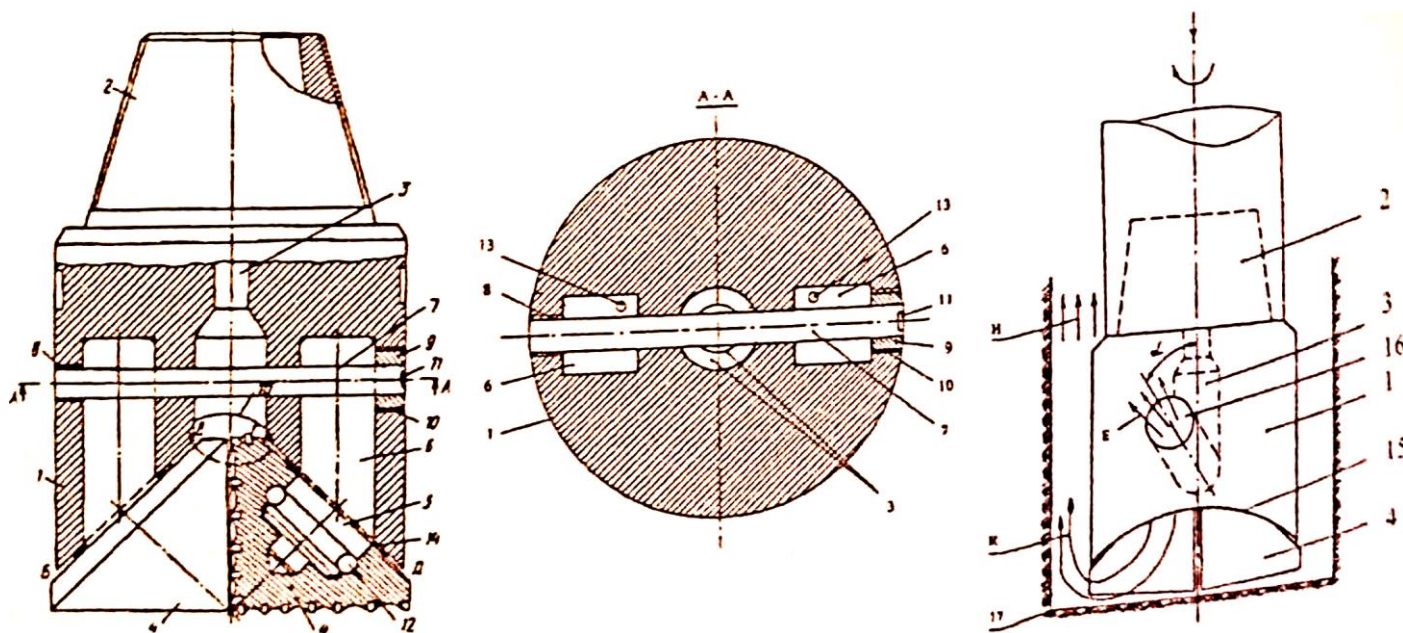


Рисунок 2.1.5 – Разборное буровое долото шарошечного типа

2.1.6 Шарошечное долото с опорным устройством разборного типа

Эксплуатируемые на горнорудных и угольных предприятиях буровые шарошечные долота имеют опорное устройство, содержащее секцию с цапфой, шарошку, подшипники качения или скольжения, а также замковый подшипник. Этот тип опорного устройства ряд недостатков, заключающихся в сложности конструкции изготовления замкового устройства, слабом уплотнении. Указанные недостатки в определенной степени устраняет шарошечное буровое долото с опорным устройством, содержащим установленную в корпусе секцию с цапфой, закрепленную на ней замковым соединением шарошку, плавающую втулку, сопрягаемую по поверхности в форм конуса, упорный подшипник, разрезную крышку, размещенную и закрепленную винтами совместно с упругим уплотнительным элементом и резинометаллической прокладкой в кольцевой канавке цапфы, и шарошки с крепежными элементами.

Несмотря на имеющиеся положительные качества, опорное устройство имеет также ряд недостатков:

1. Удержание крышки шарошки относительно цапфы осуществляется через систему упругих и быстроизнашивающихся элементов, что провоцирует вибрации и нарастание люфтов в процессе работы

2. Использование только разрезной крышки усугубляет отмеченный выше недостаток и не обеспечивает достаточную жесткость и прочность крепления шарошки на цапфе, его надежность в стесненных условиях кольцевой канавки.

3. Зазор между поверхностью крышки и лапой (для возможности монтажа и крепления крышки) способствует форсированному износу крышки буровой мелочью, заклиниванию породными кусками с возникновением сил, срывающих шарошку в аварийное со стояние в скважине.

4. Смазывание опоры и ревизия устройства в процессе работы не предусматривается, что вызывает ускорение её изнашивания.

5. Применение крышки в виде разрезной шайбы, размещаемой в кольцевой канавке между цапфой и телом шарошки, приводит к необходимости размещения крепежных винтов по малой окружности, что ограничивает количество и диаметр винтов, момент сопротивления отрыву шарошки при подъеме бурового става с долотом.

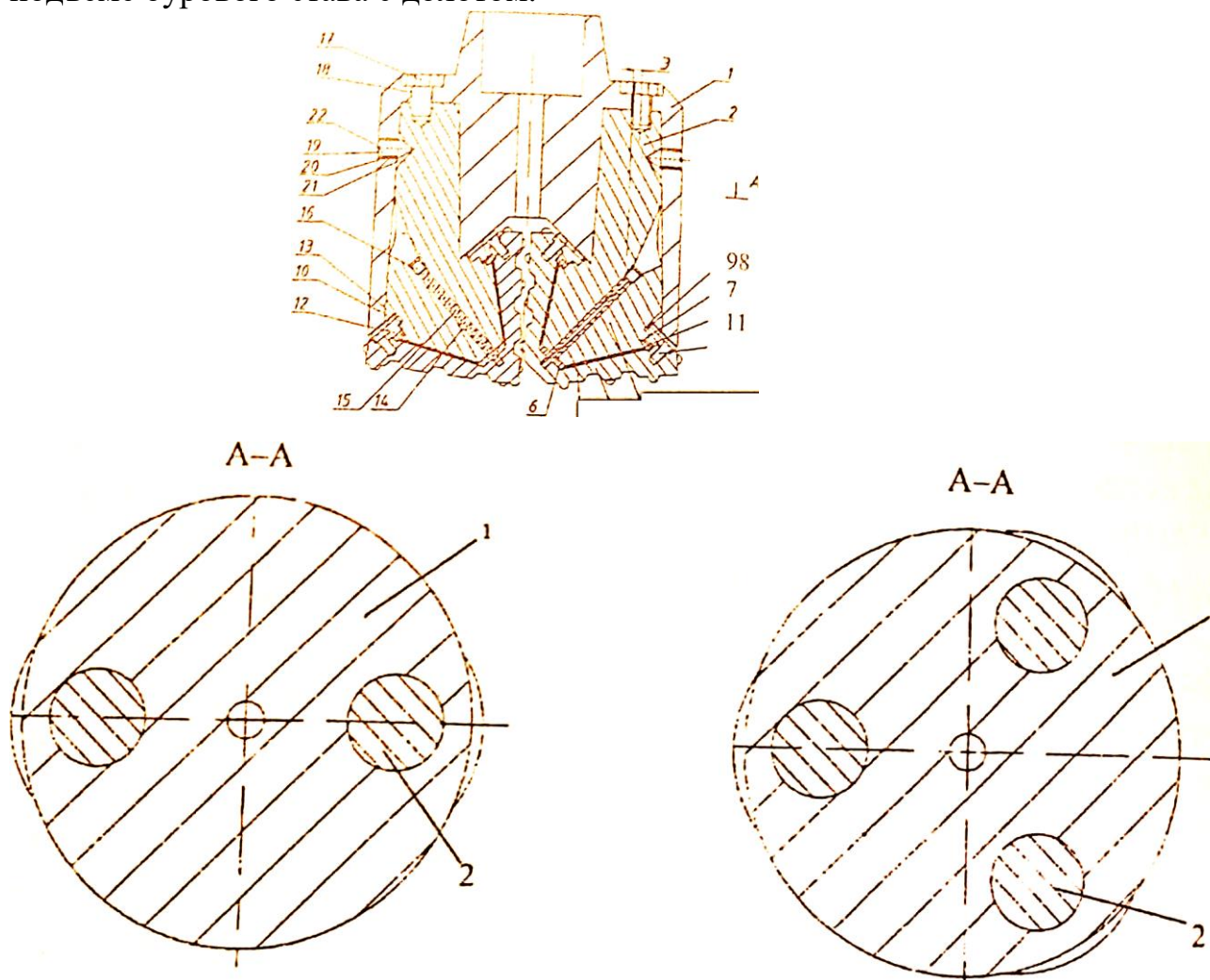


Рисунок 2.1.6 – Шарошечное долото с опорным устройством разборного типа

2.1.7 Буровое долото со сменными вертикальными опорами

Применяемые для бурения скважин бескорпусные двух- и трехшарошечные долота, которые содержат сваренные между собой лапы (секции), шарошки с конусной рабочей поверхностью, вращающиеся на наклонных к горизонту цапфах (под углом $45\text{—}57^\circ$), разрушающие горные породы преимущественно раздавливанием и ударами штырей или зубьев вследствие перекатывания шарошек по забою, работают таким образом, что окружные скорости зубьев уменьшаются в центре долота до нулевых значений. Это обуславливает необходимость высоких осевых нагрузок.

Калибрующие (крайние к стенкам скважины) венцы шарошек могут выступать относительно козырьков лап на ограниченную величину, что создает малый кольцевой зазор между корпусом и стенками скважины и, как следствие, неудовлетворительную очистку забоя от шлама и форсированный износ козырьков лам до обнажения тел качения опор. Периферийно расположенные продувочные каналы в осложненных условиях бурения мокрых глинистых прослоев забиваются породой, что приводит к отказу работы долота. Буровое долото, содержащее корпус и предложенные В.П. Двернем опоры с вертикальными цапфами, на которых смонтированы шарошки, позволяет осуществлять бурение скважин с частичным устранением указанных выше недостатков, однако и оно содержит ряд недоработок:

1. Оси цапф имеют малое смещение относительно оси вращения долота, и кольцевой зазор между корпусом и стенками скважины остается ограниченным, что ухудшает очистку скважины.
2. Цилиндрическая форма шарошек обуславливает большую неизменную по высоте шарошки площадь контакта со стенками скважины и, следовательно, высокую моментоемкость и повышенный износ одновременно всей боковой поверхности.
3. Наличие только периферийных продувочных каналов исключает нормальную работу долота при проходке обводненных глинистых прослоев.
4. Долото выполнено неразборным, цапфы являются неотъемлемой частью корпуса и при выходе из строя любой из шарошек (заклинивание опор и др.) долото становится непригодным.
5. Подшипники качения опор долота размещены на стыке корпуса и шарошки, имеют открытое исполнение, не защищенное от зашламовывания.
6. Вооружение шарошек имеет режущее исполнение рабочей поверхности и, следовательно, предназначено для бурения некрепких горных пород.

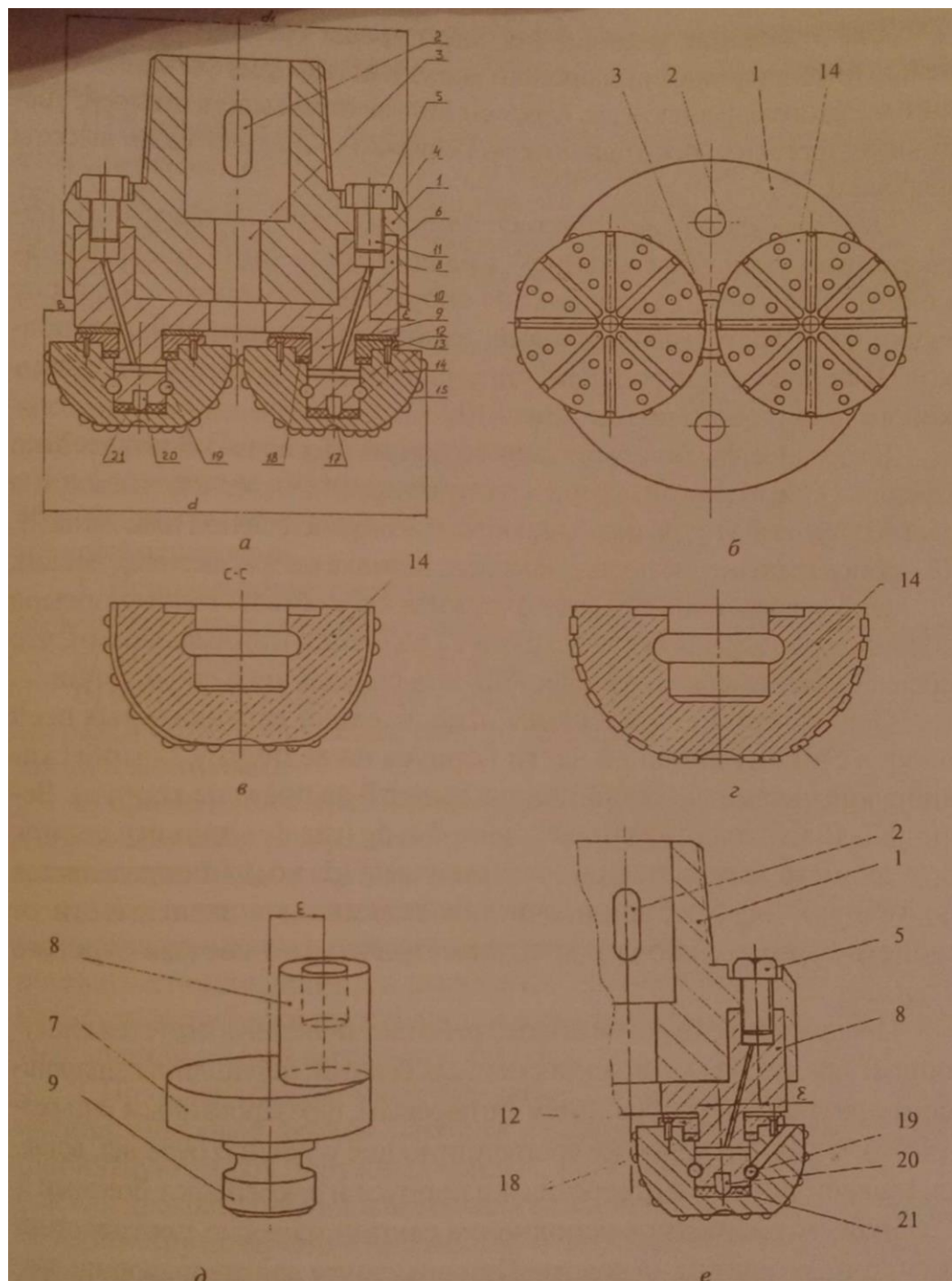


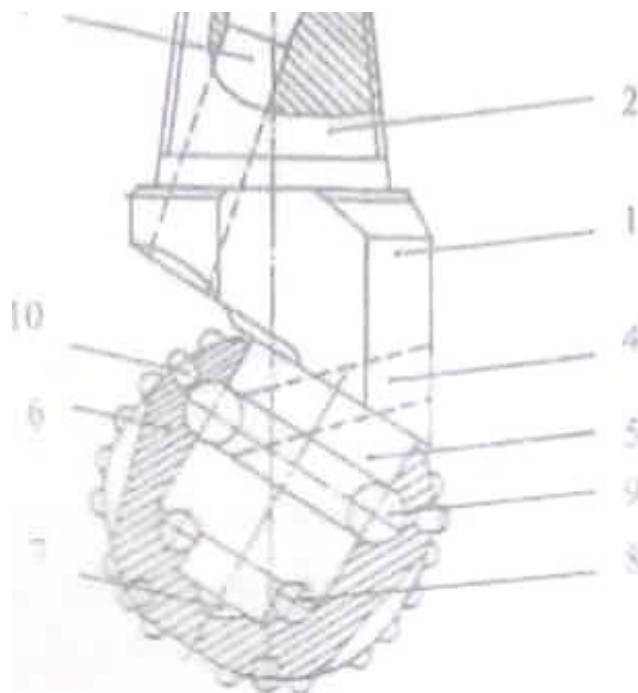
Рисунок 2.1.7 – Буровое долото со сменными вертикальными опорами

3 РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ШАРОШЕЧНОГО ДОЛОТА СО СФЕРИЧЕСКИМИ ШАРОШКАМИ

3.1 Конструкции буровых инструментов со сферическими шарошками

Современные буровые инструменты со сферическим вооружением представлены одно- и двухшарошечными долотами.

Одношарошечные долота со сферической шарошкой имеют опору, расположенную к вертикальной оси под острым углом (рис. 3.1). Их конструкции позволяют создавать высокие осевые нагрузки на долота, что обеспечивает повышение скорости бурения. Однако эти долота являются неразборными. Так же, как и в конусном шарошечном долоте, при выходе из строя опоры и вооружения выбраковке подлежат все детали и узлы долота, в том числе пригодные к дальнейшей эксплуатации.



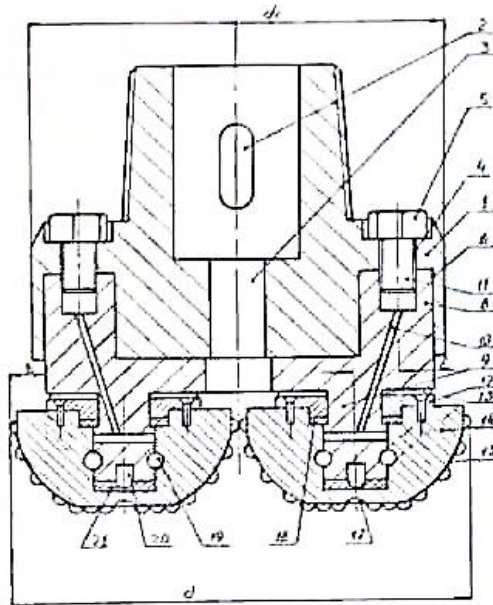
1-корпус; 2-ниппель; 3-продувочный канал; 4-цалфа; 5-шарошка; 6-подпятник; 7-упорный шариковый подшипник; 8-шариковый ряд замка; 9-шариковый ряд замка; 10- твердосплавный зубок.

Рисунок 3.1 - Одношарошечное буровое долото со сферической шарошкой.

Кроме того, наличие лишь одной сферической шарошки может приводить к отклонению направления буримых скважин, особенно глубоких и расположенных в сложноструктурных породах, а наличие вязких глинистых пород приводит к существенному снижению скорости бурения.

Двухшарошечное буровое долото, со сменными вертикальными опорами и вертикальными цапфами, на которых смонтированы сферические шарошки, позволяет устранить некоторые недостатки существующего бурового инструмента.

Отличительные особенности долота заключаются в применении сменных секций с эксцентричным расположением вертикальных конических или цилиндрических хвостовиков, вставленных в отвесные отверстия корпуса со смещением осей цапф в сторону внешней части корпуса. При этом каждая опора шарошек изготовлена с запрессованным в торец цапфы твердосплавным штырем со сферической головкой, контактирующей с ответной выемкой твердосплавной круглой пластины. Причем корпус выполнен с центральным продувочным каналом, а каждая секция имеет канал-резервуар для подачи смазки в опору шарошек под давлением, периодически создаваемым болтом, крепящим хвостовик. Кроме того, изменены форма и вооружение шарошки: одна ее часть имеет цилиндрическую форму, а другая— шаровую форму с рассечкой. При этом шарошки имеют фрезерованные зубья или твердосплавные штыри с переменным вылетом при проходке крепких пород, которые установлены с шагом, обеспечивающим возможность ударного воздействия на породу при перекачивании, или армированы резцами при проходке слабых и средней крепости пород.



1 – корпус, 2 – периферийные продувочные каналы, 3 – центральный продувочный канал, 4 – отверстие под крепежные болты, 5 – крепежные болты, 6 – отверстия под хвостовики, 7 – эксцентричные секции, 8 – хвостовики, 9 – вертикальные цапфы, 10 – резервуар для смазки опоры, 11 – наконечник, 12 – неразрезной фланец, 13 – шайба, 14 – шарошки, 15 – цилиндрическая форма шарошки, 16 – шаровая форма шарошки, 17 – нижняя рассечка, 18 – уплотнение, 19 – шариковый подшипник, 20 – твердосплавный штырь, 21 – твердосплавная пластина.

Рисунок 3.2 – Двухшарошечное долото.

Оси хвостовиков смещены относительно вертикальных осей цапф в сторону внешней части корпуса, чтобы калибрующая часть шарошки имела вылет B за пределы корпуса. Величина B должна отвечать условию $d > d_k$ (где d — диаметр долота, d_k — диаметр корпуса). При этом величина $(d - d_k) / 2$ определяется по условию эффективной очистки скважины в зависимости от свойств буримых пород и гранулометрического состава бурового шлама.

Эксцентриситетное исполнение секций надежно противостоит крутящим моментам на долоте. При вращении долота шарошки вращаются вокруг своих осей за счет сил реакции калибрования стенок скважины. Шарошки вращаются также вокруг оси долота. При таком движении шарошек нулевые скорости на их рабочей поверхности отсутствуют. Благодаря эксцентриситетному исполнению секций обеспечивается увеличенный кольцевой зазор между внешней поверхностью корпуса и стенками скважины,

что улучшает очистку скважины.

Штыревое или зубчатое вооружение шарошек частично выполняется с перекрытием межзубковых пространств (самоочищающееся вооружение), что в сочетании с ударным воздействием штырей на породу при принятой шаровой нижней рабочей поверхности шарошек обеспечивает разрушение породы и в самом центре скважины в крепких породах.

После отработки шарошек по вооружению или опоре секции снимаются с корпуса (отвинчиванием болта 5) для возможного восстановления. Затем устанавливаются новые секции, оснащенные шарошками. Перед монтажом очередной секции в нее через отверстия 4 заливается смазочная жидкость до расчетного уровня. Таким образом, описываемое долото обладает следующими технологическими преимуществами.

При планетарном характере движения шарошек использование цилиндрошаровой формы шарошек с нижней рассечкой создает благоприятную эпюру окружных усилий, когда нижние венцы создают условия предразрушения для верхних венцов; рассечка, армированная по периметру штырями в призабойной части шарошки, создает более активное разрушение поверхности забоя скважины, включая ее центральную часть; принятая форма шарошек в сочетании с дополнительным центральным продувочным каналом обеспечивает успешную проходку скважин в осложненных условиях, характеризующихся сочетанием карстовых зон, валунов и вязких обводненных глин.

3.2 Расчет напряженно-деформированного состояния деталей и узлов шарошечного долота со сферическими шарошками

В рамках данной работы решались задачи определения напряженно-деформированного состояния (НДС) шарошечного долота в условиях заклинивания одной, двух или трех шарошек.

Расчеты проводились с помощью конечно-элементного (КЭ) комплекса ANSYS v18.1.

Модель шарошечного долота строилась с помощью встроенного в КЭ комплекс ANSYS модуля прямого геометрического моделирования ANSYS

SpaceClaim. Общий вид построенной модели с основными размерами представлен на рисунке 3.3.

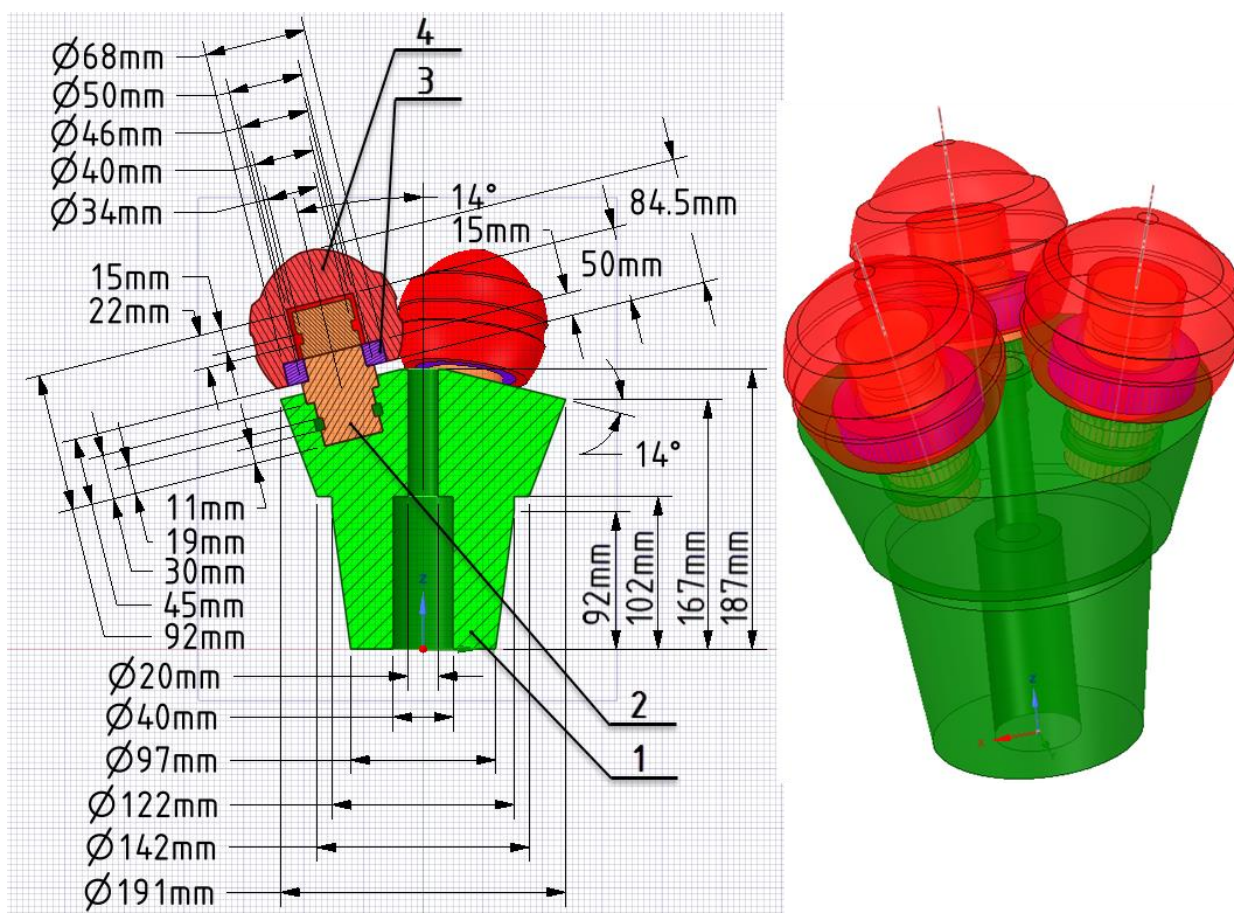


Рисунок 3.3 – Структура взаимодействия геометрических тел модели шарошечного долота с учетом активации функции Share Topology

КЭ модель строится в среде ANSYS Workbench с помощью параболических твердотельных КЭ Solid 186, имеющих до 20 узлов с 3 степенями свободы в каждом (3 линейных перемещения). Общий вид используемых КЭ представлен на рисунке 3.4.

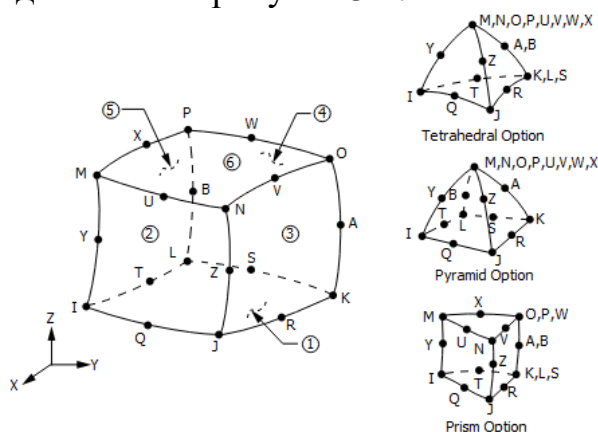


Рисунок 3.4 – Общий вид твердотельных КЭ Solid 186

При построении КЭ модели использовался метод Tetrahedrons с установкой локальных сгущений сетки для большей детализации. Общий вид КЭ модели и диаграмма качества элементов представлены на рисунке 3.5.

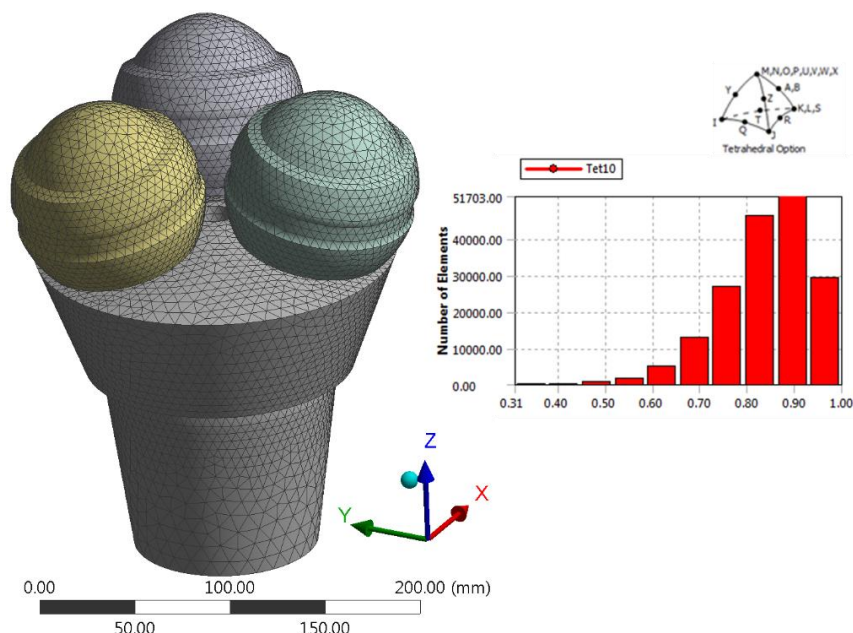


Рисунок 3.5 – Общий вид КЭ модели и диаграмма качества элементов

Как показано на рисунке 3.2, все элементы модели представляют собой 10-ти узловые тетраэдры.

Диаграмма качества элементов позволяет провести быструю оценку качества КЭ сетки, показывая количество элементов с критерием качества, находящимся в диапазоне от 0 до 1, где 1 представляет собой идеальный элемент, а при критерии равном 0 объем элемента может быть отрицательным. Предпочтительно, для получения достоверных результатов расчетов, использовать элементы с качеством не ниже 0.4, однако, в рамках данной задачи, число элементов низкого качества (0.3-0.4) не превышает 140, что составляет менее 0.06% от общего количества элементов (253204), и является основанием для допуска данной модели к расчету.

Модель нагружена силой $P = 750 \text{ кН}$, действующей в направлении оси Z глобальной системы координат, а также моментом $M = 6.5 \text{ кНм}$, действующим вокруг той же оси. Сила и момент приложены к торцу корпуса долота. Условия нагружения модели показаны на рисунке 3.6.

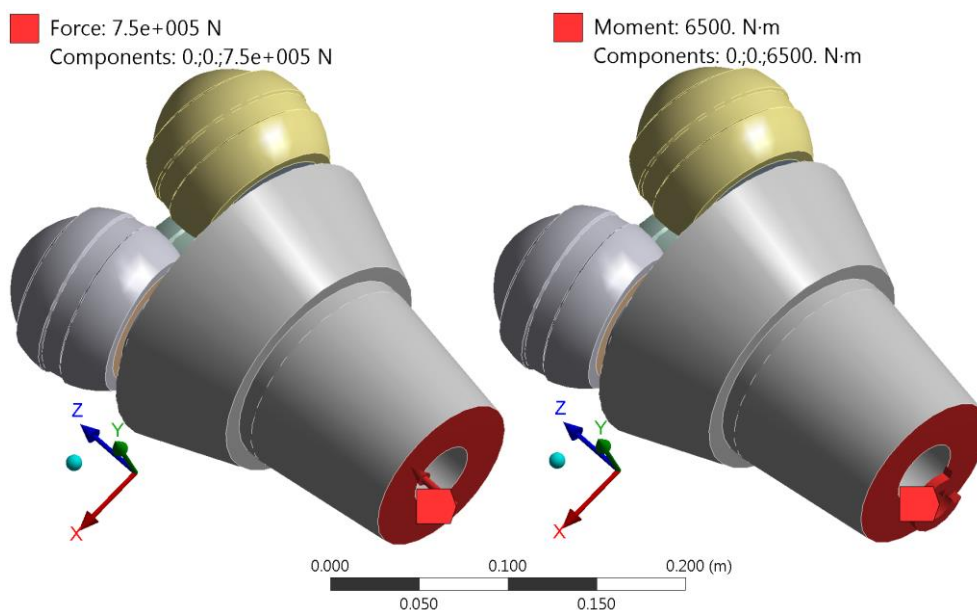


Рисунок 3.6 – Условия нагружения шарошечного долота

В результате проведенных расчетных исследований были получены распределения перемещений и эквивалентных напряжений по исследуемой конструкции.

Распределения перемещений по конструкции шарошечного долота при заклинивании трех шарошек представлены на рисунках 3.10 – 3.12.

Распределения эквивалентных напряжений по конструкции шарошечного долота при заклинивании трех шарошек представлены на рисунках 3.13 – 3.15.

Распределения эквивалентных напряжений по корпусной части шарошечного долота при заклинивании трех шарошек представлены на рисунках 3.16 – 3.18.

Распределения эквивалентных напряжений по осям шарошечного долота при заклинивании трех шарошек представлены на рисунках 3.19 – 3.21.

Распределения эквивалентных напряжений по шарошкам шарошечного долота при заклинивании трех шарошек представлены на рисунках 3.22 – 3.24.

Обобщение результатов расчетов представлено в таблице 7.1.

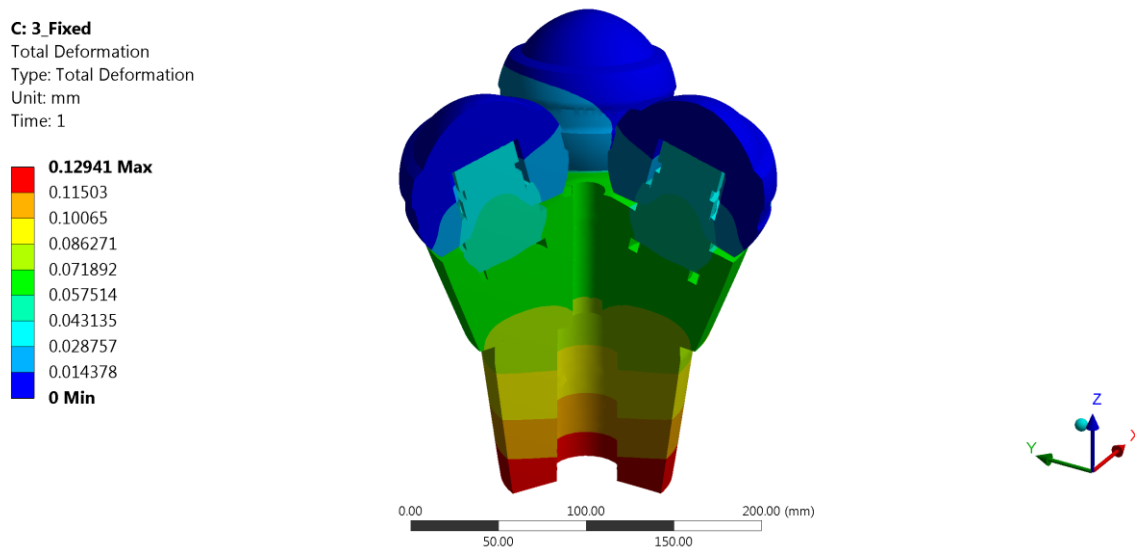


Рисунок 3.12 – Распределение перемещений по конструкции шарошечного долота при заклинивании трех шарошек, мм

C: 3_Fixed
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1

348.71 Max
180.93
131.61
112.82
94.031
75.241
56.451
37.661
18.871
0.081439 Min

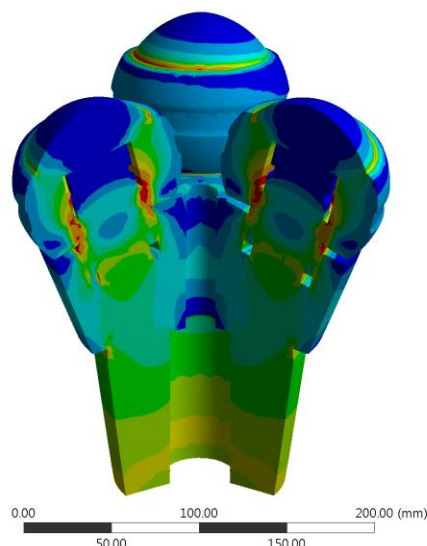


Рисунок 3.15 – Распределение эквивалентных напряжений по конструкции шарошечного долота при заклинивании трех шарошек, МПа

C: 3_Fixed
Equivalent Stress (Корпус)
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1

320.86 Max
180.56
158.02
135.47
112.92
90.372
67.824
45.276
22.728
0.17996 Min

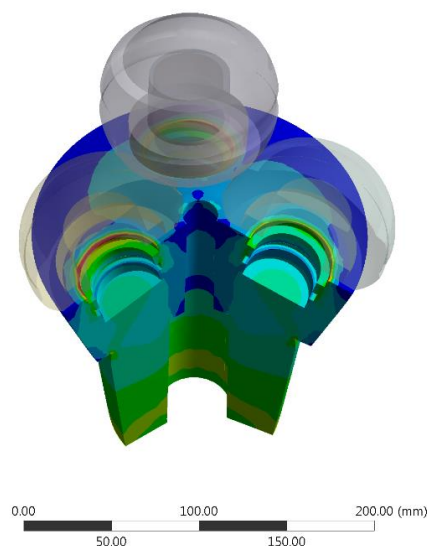


Рисунок 3.18 – Распределение эквивалентных напряжений по корпусной части шарошечного долота при заклинивании трех шарошек, МПа

C: 3_Fixed
Equivalent Stress (Оси)
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1

247.44 Max
201.06
175.94
150.81
125.69
100.57
75.448
50.326
25.204
0.081439 Min

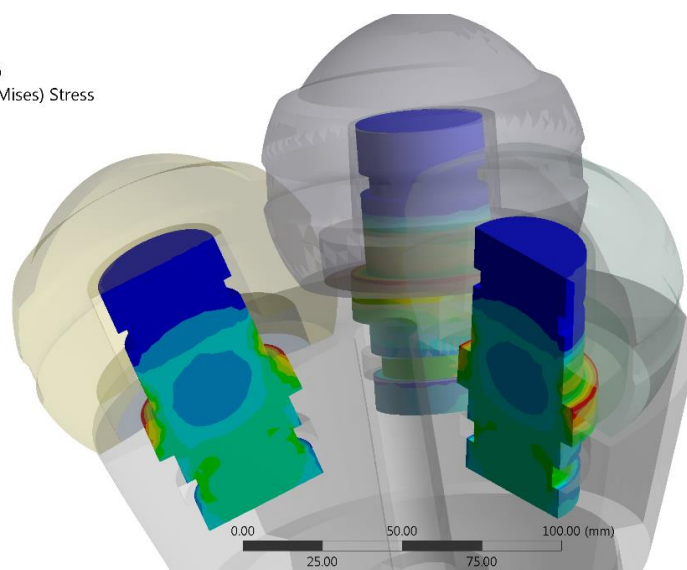


Рисунок 3.21 – Распределение эквивалентных напряжений по осям шарошечного долота при заклинивании трех шарошек, МПа

C: 3_Fixed
 Equivalent Stress (Шарошки)
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress
 Unit: MPa
 Time: 1

348.71 Max
 200.64
 175.6
 150.56
 125.52
 100.47
 75.432
 50.39
 25.349
 0.30716 Min

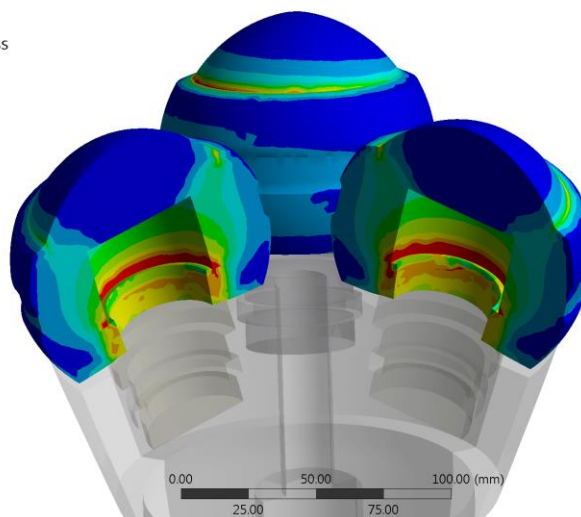


Рисунок 3.24 – Распределение эквивалентных напряжений по шарошкам шарошечного долота при заклинивании трех шарошек, МПа

Таблица 7.1 – Обобщение результатов расчетов

Количество заклиненных шарошек	Суммарные перемещения, мм	Максимальные эквивалентные напряжения, МПа			
		Корпус	Оси	Шарошки	Долото (full)
1	0.396	855.3	859.8	1056.5	1056.5
2	0.181	507.9	412.4	526.6	526.6
3	0.129	320.9	247.4	348.7	348.7

3.3 Вывод

Наибольшие напряжения возникают, как и следовало ожидать, в случае заклинивания трех шарошек.

Максимальные напряжения (во всех случаях заклинивания) возникают в шарошках, в районе сопряжения шарошки с подшипником. Для уменьшения уровня напряжения в данном районе рекомендуется предусмотреть фаску или скругление.

Аналогично, следует установить фаски в зоне появления максимальных напряжений осей и отверстий у корпусной части. Такой подход будет дополнительно полезен в момент сборки шарошечного долота.

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Работа выполнялась с использованием сетевой модели это позволило рационально распределить время по видам работ и выполнить дипломную работу в установленном учебным графиком срок.

В основе сетевого планирования и управления (СПУ) лежит сетевая модель — графическое изображение плана, которое получило название сетевого графика. Целью применения СПУ является разработка оптимального или достаточно близкого к нему варианта выполнения работ, обеспечивающего рациональную увязку во времени и пространстве выполняемых работ, наилучшее использование ресурсов, а также эффективное управление процессом реализации этого плана.

Элементами сетевого графика, построенного в форме работа-стрелка, являются работа, событие, путь.

Работа (операция) - основной элемент сетевого графика. Различаются действительная работа, работа-ожидание и фиктивная работа.

Действительная работа - это трудовой процесс, в котором участвуют люди, машины, потребляются материально - технические и денежные ресурсы (устройство перемычек, укладка бетона, монтаж металлоконструкций и т.д.). Она изображается в виде сплошной стрелки; над стрелкой пишется наименование (содержание) работы, а под стрелкой — продолжительность выполнения работы в выбранных единицах времени. Выбор единицы измерения продолжительности работы зависит от уровня руководства, которому предназначен сетевой график. Так, в проекте организации строительства в качестве единицы принимаются месяц или квартал, в проектах производства работ - дни, недели, месяцы; при планировании работы комплексных бригад - смены, часы.

Продолжительности выполнения всех работ в одном сетевом графике должны быть определены в одних единицах. Предполагается, что время течет в направлении, указанном стрелкой: хвост стрелки - начало, а острие — окончание работы.

Работа-стрелка соединяет два события: i - предшествующее и j - последующее. Пара номеров событий образуют код (шифр) работы. Первым читается номер события, стоящего в хвосте стрелки, и вторым - у острия. Как уже отмечалось, расчеты сетевых графиков и решение различных задач на их основе выполняются на ЭВМ, при этом машина различает работы только по их коду. Продолжительность работы обозначается t_u .

Ожидание — работа, для выполнения которой требуется только время, ресурсы при этом не тратятся. Работа - ожидание изображается так же, как и действительная работа.

Фиктивная работа - вспомогательный элемент сетевого графика, позволяющий сделать график более удобным для восприятия, правильно указать организационные и технологические связи между работами.

Фиктивная работа не потребляет ресурсов и продолжительность ее равна нулю. Обозначается она пунктирной стрелкой.

Событие - есть факт окончания одной работы и начала другой. Событие обычно изображается кружком, в котором указан номер.

Событие не связано с потреблением ресурсов и продолжительность его равна нулю. Считается, что работа выходит из одного события и входит в другое.

Различают начальные и конечные события. Конечное событие иногда называют целью. По числу конечных событий различают одно- и многоцелевые сетевые графики.

Путь — это последовательность работ в сетевом графике, при которой окончание предшествующей работы совпадает с началом последующей.

Для работы или события существует предшествующий путь, ведущий из начального события к данному или из начального события к событию, предшествующему данной работе.

Аналогично для работы и события существуют последующие пути, связывающие данное событие с конечным или событие, последующее за данной работой, с конечным.

Полный путь связывает начальное событие с конечным. Самый длинный полный путь называется критическим.

Сетевой график в форме работа — стрелка получил наибольшее распространение, так как содержит текстовую информацию (наименования работ, указанных над стрелками) и облегчает восприятие графика человеком.

Для обработки на ЭВМ график должен быть представлен в форме, «понятной» для машины. Наиболее распространенной является так называемая списочная форма задания сетевого графика.

Каждая строка таблицы содержит информацию об одной работе графика. Число строк равно числу работ в сетевом графике (для сети в форме работа-стрелка включаются и фиктивные работы). В первой колонке записаны начальные числа кодов работ I , во второй - конечные числа этих кодов), в третьей колонке - продолжительность выполнения этих работ t_{ij} .

Число столбцов может быть большим: например, в дополнительном столбце можно указать число рабочей силы, занятой на выполнении работы, количество материально-технических ресурсов, потребляемых на работе, и т.д.

Все события (вершины) в сетевом графике в форме работа-стрелка должны быть пронумерованы. Предпочтительной является так называемая упорядоченная нумерация, при которой номер вершины, стоящей в начале дуги (в хвосте стрелки), будет меньше номера вершины, стоящей в конце дуги (у острия стрелки), т.е. для любой дуги $i < j$. Большинство алгоритмов,

по которым производятся расчеты, связанные с сетевыми графиками, ориентированы именно на упорядоченную нумерацию вершин.

Упорядочение вершин может быть выполнено самой ЭВМ по специальной программе. При списочном задании сетевого графика упорядочение производится вручную до записи информации на машинные носители. Для этого применяется алгоритм, который называется способ вычерчивания выходящих дуг. Он состоит в следующем: на графике отыскивается вершина (или вершины), не имеющая входящих дуг; этой вершине (вершинам) присваивается очередной порядковый номер (очередные порядковые номера); вычеркиваются все дуги, выходящие из отмеченной вершины (из отмеченных вершин) и в предположении, что вычеркнутых дуг больше нет, алгоритм начинают сначала, пока не будет пронумерована последняя вершина.

Формальные правила построения сетевых графиков являются общими для всех сетевых графиков независимо от того, какие проекты они моделируют; строительство гидроузла, разработку проекта турбогенератора или организацию учебного процесса в вузе. Соблюдение правил позволяет применять к обработке всех сетевых графиков одни и те же алгоритмы и программы для ЭВМ.

Правило 1. Ни одна работа в сетевом графике не может начаться прежде, чем будут окончены все без исключения предшествующие ей работы. Следствием этого правила является требование, чтобы в сетевом графике не было циклов фрагмента нужно ввести два дополнительных события и две фиктивные работы. В форме стрелка-связь фиктивных работ не требуется.

Правило 3. В сетевом графике не должно быть ни одного события, кроме начального, не имеющего предшествующих работ.

Правило 4. В одноцелевом сетевом графике не должно быть ни одного события, кроме конечного, не имеющего последующих работ.

Правило 5. Правило изображения сложных работ. Сложной может называться работа, выполнение части которой достаточно для начала одной из последующих работ. Для сокращения общей продолжительности выполнения проекта сложная работа должна быть поделена на простые, и последующие работы должны начинаться сразу, как только это физически окажется возможным.

Правило 6. Правило употребления фиктивных работ. Как уже отмечалось, фиктивные работы - это вспомогательный элемент при изображении сетевых графиков в форме работа - стрелка. В ряде случаев в сетевой график целесообразно ввести дополнительные фиктивные работы, которые будут избыточными, но позволят сделать график более наглядным. Однако при этом следует помнить, что увеличение числа фиктивных работ соответственно увеличит объем работы по подготовке исходных данных для

расчета сетевого графика и время расчетов. Таким образом, следует стремиться к тому, чтобы по крайней мере не вводить совершенно бесполезные фиктивные работы.

Временной характеристикой всего сетевого графика является продолжительность критического пути $T_{кр}$. В одноцелевом графике существует по крайней мере один критический путь, хотя таких путей может быть и несколько. Возможны случаи, когда все пути в сетевом графике будут критическими. В многоцелевом сетевом графике минимальное количество критических путей равно числу конечных событий (целей), причем продолжительности этих путей могут быть разными.

Для каждой работы в сетевом графике определяют 6 временных параметров:

$t_{ijрн}$ - раннее начало;

$t_{ijро}$ - раннее окончание;

$t_{ijпп}$ - позднее начало;

$t_{ijпо}$ - позднее окончание;

R_{pij} - полный резерв времени;

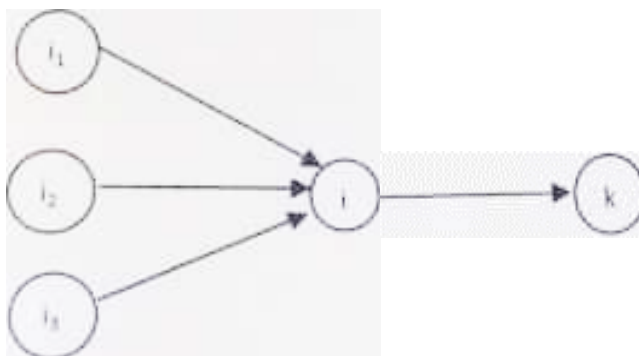
$R_{сij}$ - свободный резерв времени.

Ранние начала и ранние окончания находятся в процессе расчета графика от начального события к конечному. Раннее окончание работы связано с ее ранним началом зависимостью:

$$t_{ijро} = t_{ijрн} + t_{ij} \quad (1)$$

где t_{ij} — продолжительность выполнения работы.

Раннее начало работы есть самый ранний срок, в который работа может начаться. Численно он равен продолжительности самого длинного предшествующего данной работе пути. Как бы много ни было этих предшествующих путей им всегда будут принадлежать работы, непосредственно предшествующие данной.



Из рисунка и первого правила построения сетевых графиков следует, что

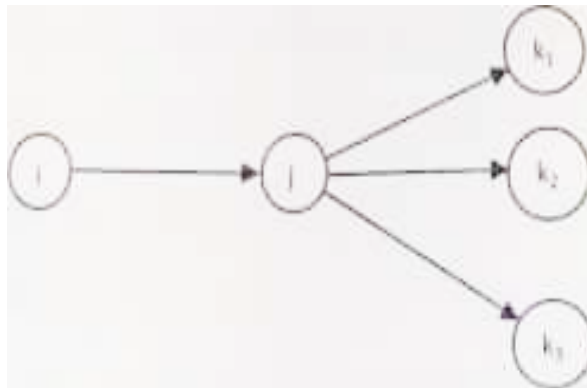
$$t_{jkpn} = \max\{f_{jpo}\} \quad (2)$$

Вычисления по этой формуле производятся шаг за шагом направлении от начального события к конечному.

Поздние начала и поздние окончания отыскиваются в процессе расчета графика «ходом назад» - от конечного события к начальному. Они связаны зависимостью

$$t_{ijпн} = t_{ijпо} + t_{ij} \quad (3)$$

Позднее окончание работы определяет самый поздний срок, в который работа может закончиться, не увеличивая продолжительности критического пути. Численно позднее окончание работы равно разности между продолжительностью критического пути и самого длинного последующего за данной работой пути. Как бы много ни было таких путей им всегда будут принадлежать работы, непосредственно последующие за данной.



В соответствии с определением и рисунком следует, что

$$T_{ijпо} = \min\{f_{jkпн}\} \quad (4)$$

Действительно, если из постоянной продолжительности критического пути вычитать длины разных по продолжительности путей, то минимум разности получится тогда, когда будет вычитаться путь максимальной длины. Вычисления по этой формуле происходят шаг за шагом от конечного события к начальному.

Полный резерв времени работы показывает, на какой промежуток времени можно отодвинуть сроки выполнения работы вправо (в сторону их увеличения), не увеличивая продолжительности критического пути:

$$R_{ijп} = t_{ijпо} - t_{ijро} = (t_{ijпн} + t_{ij}) - (t_{ijрн} + t_{ij}) = t_{ijпн} - t_{ijрн} \quad (5)$$

Если на какой-то работе использован весь полный резерв времени, то по крайней мере один из последующих за данной работой путей станет критическим.

Свободный резерв времени определяет промежуток времени, на который можно отодвинуть сроки выполнения работы вправо, не меняя ранних начал последующих за ней работ, и вычисляется как

$$R_{ijc} = t_{ikpH} - t_{ijpo} \quad (6)$$

Так как работы jk , последующие за работой ij , все равно не могут начаться раньше, чем это определено их ранним началом t_{ikpH} , то использование свободного резерва на данной работе никак не отражается на сроках выполнения последующих работ.

Между резервами времени, которыми располагают работы, существует соотношение $R_{ijп} \geq R_{ijc}$.

Кроме того, резервы не отрицательны: $R_{ijп} \geq 0$ и $R_{ijc} \geq 0$.

Работы, принадлежащие критическому пути, имеют резервы времени, равные нулю, т.е. для них $R_{ijп} = R_{ijc} = 0$.

При расчете сетевых графиков в табличной форме используется списочная форма задания сетевого графика в котором указываются цифровые коды ij и продолжительность работ t_{ij} .

Обязательна упорядоченная нумерация событий. Работы заносятся в список в порядке возрастания первых чисел их кодов I , при этом вначале записываются все работы, выходящие из 1-го (начального) события и имеющие первое число кода 1, затем - все работы, выходящие из 2-го события (начальное число кода - 2); потом из 3-го и т.д. Работы, выходящие из одного события, заносятся в список в порядке возрастания вторых чисел их кодов j . Так, если из события 5 выходят работы 5-6, 5-9, 5-8, то в список они должны заноситься в порядке 5-6, 5-8, 5-9.

При упорядоченной нумерации событий (для всех работ) и соблюдении правил занесения работ в список для любой работы ij вся информация о предшествующих работах будет расположена в строках таблицы, находящихся выше той, в которой записана информация о данной работе. При этом работы, непосредственно предшествующие данной, последним числом кода будут иметь i , т.е. начальное число кода данной работы. Вся информация о работах, последующих за работой ij , будет записана в строках таблицы, лежащих ниже. При этом работы, непосредственно последующие за данной, первым числом кода будут иметь j , т.е. последнее число кода данной работы.

Цель расчета состоит в определении ранних и поздних сроков выполнения работ, резервов времени, которыми располагают работы, а также в индикации критического пути и определении календарных сроков выполнения работ, например, по их ранним началам.

Расчет ранних сроков выполнения работ производится «ходом вперед», что соответствует движению в направлении от первой строки к последней. Алгоритм расчета ранних сроков следующий:

1) определяются ранние начала работ, выходящих из начального события (первое число кода этих работ $i = 1$);

2) по формуле находятся ранние окончания тех работ, для которых определены их ранние начала (если определено раннее окончание последней работы, переходят к п.4);

3) по формуле определяются ранние начала работ, первое число кода которых равно $i + 1$ (переход к п.2);

4) конец.

Продолжительность критического пути равна максимальному из чисел 5-го столбца таблицы.

Расчет поздних сроков выполнения работ ведется «ходом назад». Алгоритм расчета поздних сроков такой:

1) определяется позднее окончание работ, входящих в последнее событие (последнее число кода этих работ равно числу событий в графике j), оно равно продолжительности критического пути;

2) по формуле находятся поздние начала работ, для которых найдены их поздние окончания, если определено позднее начало работы, код которой записан в первой строке, переходят к п.4;

3) по формуле находятся поздние окончания работ, последнее число кода которых равно $j - 1$, переход к п.2;

4) конец.

Далее следует расчет резервов времени, который можно выполнять в произвольном порядке. Однако, целесообразно вначале вычислить полные резервы времени и если они окажутся равными нулю, то для этих работ можно будет не вычислять свободных резервов, ибо последние будут равны нулю.

По формуле определяют свободные резервы для всех остальных работ.

Перечень работ по выполнению сетевой модели дипломной работы приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Перечень работ

Код работы	Наименование работы	Код события	Наименование события	Продолжительность работы, дни
1-14	Изучение литературы, конструирование модели	1	Литература изучена, конструирование	15
1-2	Подбор материалов и комплектующих	2	Материалы и комплектующие	5
2-3	Закупка материалов и комплектующих	3	Материалы и комплектующие	5
3-4	Изготовление заготовок	4	Заготовки опоры и ниппеля изготовлены	2
4-5	Изготовление ниппеля	5	Ниппель изготовлены	5
4-6	Изготовление опоры	6	Опора изготовлены	10
5-7	Сверление продувочных отверстий	7	Продувочные отверстия	2
5-8	Соединение корпуса опоры и ниппеля	8	Корпус опоры и ниппеля соединены	2
8-9	Сверление отверстий цапф	9	Отверстия цапф просверлены	3
3-10	Изготовление валов	10	Валы изготовлены	4
3- 11	Изготовление шарошек	11	Шарошки изготовлены	4
9-12	Установка и подгонка цапф	12	Цапфы установлены и пологнаны	2
10-13	Проточка каналов разборного подшипника, запорных отверстий	13	Каналы разборного подшипника, запорных отверстий проточены	2
13 - 14	Сборка модели, подгонка	14	Модель собрана	6
1-15	Оформление пояснительной записки, графического материала дипломной работы	15	Дипломная работа сдана	10

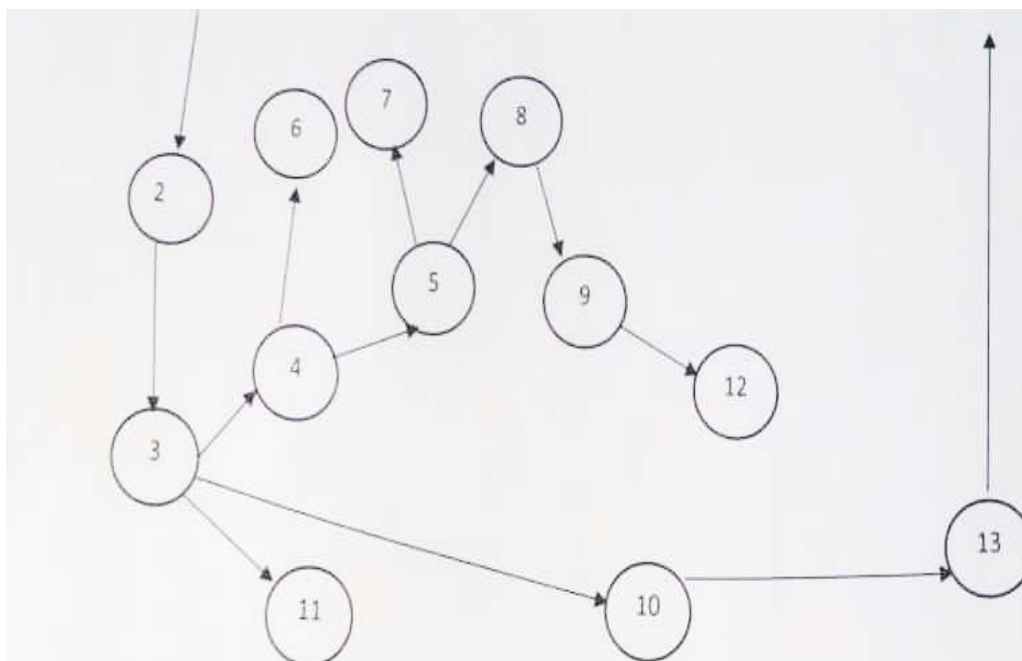


Рисунок 4.3 - Сетевой график процесса изготовления макета

Таблица 4.2 - Анализ сетевой модели по времени

Работа (i,j)	Количество предшествующих работ	Продолжительность t_{ij}	Ранние сроки: Р.Н. начало t_{ij}	Ранние сроки: Р.О. окончание t_{ij}	Поздние сроки: П.Н. начало t_{ij}	Поздние сроки: П.О. окончание t_{ij}	Резервы времени: полный $R_{ij}^П$	Независимый Резерв времени $R_{ij}^Н$	Частный резерв I рода	Частный резерв II рода
(1,2)	0	5	0	5	0	5	0	0	0	0
(1,14)	0	15	0	15	18	33	18	18	18	18
(1,15)	0	10	0	10	23	33	23	23	23	23
(2,3)	1	5	5	10	5	10	0	0	0	0
(3,4)	1	2	10	12	10	12	0	0	0	0
(3,10)	1	4	10	14	21	25	11	0	11	0
(3,11)	1	4	10	14	23	27	13	0	13	0
(4,5)	1	5	12	17	15	20	3	0	3	0
(4,6)	1	10	12	22	12	22	0	0	0	0
(5,7)	1	2	17	19	20	22	3	0	0	3
(5,8)	1	2	17	19	20	22	3	0	0	3
(6,7)	1	0	22	22	22	22	0	0	0	0
(7,8)	2	0	22	22	22	22	0	0	0	0
(8,9)	2	3	22	25	22	25	0	0	0	0
(9,12)	1	2	25	27	25	27	0	0	0	0
(10,13)	1	2	14	16	25	27	11	0	0	11
(11,12)	1	0	14	14	27	27	13	0	0	13
(12,13)	2	0	27	27	27	27	0	0	0	0

(13,14)	2	6	27	33	27	33	0	0	0	0
(14,15)	2	0	33	33	33	33	0	0	0	0

В таблице 4.2 приведен расчет параметров сетевого графика табличным методом, где

i - предшествующее событие;

j - последующее событие;

t_{ij} - продолжительность работы;

t.p.n.(ij) - раннее начало работ;

t.p.o.(ij) - раннее окончание работ;

t.п.н.(ij)- позднее начало работ;

t.п.о.(ij)- позднее окончание работ;

R_n (ij)- полный резерв времени работ

Ч(ij) - частный резерв времени работ.

Для расчета полного и частного резервов времени работ используются следующие формулы: $R_n(ij) = t.п.о.(ij) - t.p.o.(ij)$ (3,7) ; $Ч(ij) = t.p.и.(jh) - t.p.o.(ij)$

где t.p.и.(jh) - раннее начало последующей работы.

Выводы: Сетевой график изготовления модели имеет минимальный путь -10 дней и критический путь- 33 дня.

Таблица 4.3 - Расчет ранних и поздних сроков свершения событий и резервов времени событий

Работа (i,j)	Количество предшествующих р	Продолжительность t _{ij}	Ранние сроки: начало t _{ij} ^{p.n.}	Ранние сроки: окончание t _{ij} ^{p.o.}	Поздние сроки: окончание t _{ij} ^{п.о.}	Минимальный разрез
(1,2)	0	5	0	5	5	5
(1,14)	0	15	0	15	33	15
(1,15)	0	10	0	10	33	10
(2,3)	1	5	5	10	10	10
(3,4)	1	2	10	12	12	12
(3,10)	1	4	10	14	25	14
(3,11)	1	4	10	14	27	14
(4,5)	1	5	12	17	20	17
(4,6)	1	10	12	22	22	22
(5,7)	1	2	17	19	22	19
(5,8)	1	2	17	19	22	19

(6,7)	1	0	22	22	22	22
(7,8)	2	0	22	22	22	19
(8,9)	2	3	22	25	25	22
(9,12)	1	2	25	27	27	27

Себестоимость продукции - это стоимостная оценка используемых в процессе производства продукции природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных фондов, трудовых ресурсов, а также других затрат на её производство и реализацию. Состав себестоимости регламентируется Постановлением Правительства РФ №552 от 05.08.92 г. с учетом изменений и дополнений №661 от 01.07 95 г. и главой 25 Налогового кодекса РФ.

- Материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов)
- Затраты на оплату труда (все виды оплаты труда и другие выплаты);
- Отчисления на социальные нужды;
- Амортизация основных фондов;
- Прочие денежные затраты.

Расчет стоимости материалов приведен в таблице 3.4.

Таблица 4.4 - Расчет стоимости материалов, необходимых для модели

№ п/п	Наименование материалов	Един. изм.	Цена, руб-	Кол.	Сумма. руб-
1	Заготовки из дерева	шт	150.00	8	1200.00
2	Подшипники	шт	158.00	3.0	474.00
3	Шарики для подшипников	шт	6.0	75	450.00
4	Клей	шт	217	1	217.00
10	Электроэнергия	квч	2.50	1000	2500.00
11	Аренда помещения 2 мес.	м ²	190.00	9	3420.00
12	Итого:				8261.00

Расчет расходов на оплату труда исполнителю, занятому изготовлением стенда, руководителю дипломной работы, консультантам по экономике и БЖД.

Исполнитель - тарифная ставка - 8 000 рублей в месяц;

Районный коэффициент - 30%;

Северная надбавка - 30%;

Месячный оклад 8000 рублей $\times 30\% \times 30\% = 12\,800$ рублей

Продолжительность выполнения работ - 2 календарных месяца.

12 800 рублей x 2 месяца = 25 600 рублей

Руководитель - профессор д. т. н.

Тарифная ставка: 16 разряд 187 руб\час.

Продолжительность консультаций - 20 часов.

187рублей x 20 часов =3740 рублей.

Консультации по экономики: доцент к. х. н.

Тарифная ставка: 13 разряд 140 руб\час.

Продолжительность консультаций - 5 часов.

140 рублей x 5 часов = 700 рублей.

Консультации по БЖД: доцент к. т. н.

Тарифная ставка: 13 разряд 140 руб\час Продолжительность консультаций — 5 часов.

140 рублей x 5 часов = 700 рублей.

Смета затрат составлена в таблице 3.6

Таблица 4.5 - Смета затрат на изготовление модели

№п/п	Элементы	Сумма, руб
1	Материалы	8261
2	Оплата труда исполнителя	25600
3	Оплата труда руководителя	3740
4	Оплата труда консультанта по экономике	700
5	Оплата труда консультанта по БЖД	700
6	Единый социальный налог - 26,2%	7992
7	Амортизационные отчисления	1000
8	Итого:	47993
9	Накладные расходы -15%	7199
10	Всего:	55192

5 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА БУРОВОМ СТАНКЕ

Охраной труда называют систему организационных и технических мероприятий, осуществляемых на производстве для защиты здоровья и жизни трудящихся от вредных условий и несчастных случаев. Охрана труда состоит из двух самостоятельных разделов — санитарно-гигиенические мероприятия (промышленная санитария) и мероприятия по технической охране труда (техника безопасности).

Промышленная санитария включает мероприятия по борьбе с вредными воздействиями на организм человека промышленных ядов, газов, пыли, производственного шума, а также мероприятия по рациональному устройству отопления, вентиляции и освещения.

Техника безопасности включает мероприятия по защите здоровья и жизни работников от несчастных случаев, возникающих и производстве, а также по предупреждению этих случаев.

5.1 Промышленная санитария

Влияние атмосферы на организм человека

На самочувствие и работоспособность человека оказывают большое влияние метеорологические факторы — температура, влажность и скорость движения воздуха. Эти факторы влияют на тепловое состояние тела человека. Жизнь человека возможна в очень маленьком интервале температур тела. Нормальная температура тела $36,5^{\circ}\text{C}$. При температуре тела 32 и 42°C наступает смерть.

От переохлаждения тело человека защищает отопление, одежда, работа, движение, а от перегрева — выделение и испарение пота. На испарение расходуется большое количество тепла, отнимаемое с поверхности кожи. Интенсивность выделения и испарения пота поддерживает температуру тела на нормальном уровне. Если же нарушается выделение или испарение пота, тело человека перегревается и наступает тепловой (или солнечный) удар.

Выделение пота может быть нарушено обезвоживанием организма, нарушением его водного режима. Из организма вместе с потом выделяются соли, главным образом поваренная. Уменьшение содержания соли в организме в свою очередь способствует выделению влаги, так как соли обладают свойством удерживать влагу в организме человека. Для поддержания нормального водно-солевого равновесия в организме рабочие в горячих цехах обеспечиваются газированной и подсоленной водой.

Испарение пота возможно при недостатке влаги в окружающем воздухе. Если воздух полностью насыщен парами, влага не испаряется, а, наоборот, водяные пары из воздуха конденсируются.

Содержание влаги в воздухе определяется относительной влажностью, которая представляет собой процентное отношение находящихся в воздухе паров к максимально возможному количеству влаги в воздухе при данной

температуре. Длительное пребывание человека при относительной влажности, близкой к 100%, очень тяжело отражается на организме и возможно только при температурах значительно более низких, чем температура человеческого тела. Пребывание в среде с температурой 36,5°C и относительной влажностью 100% может закончиться смертью. Именно поэтому в барабанах остановленных котлов, в которых относительная влажность очень высока, запрещается работать при температурах более 45° С, а при более низких температурах после 20 мин работы устанавливается отдых вне барабана продолжительностью также 20 мин.

На интенсивность охлаждения тела человека, а также на испарения пота значительное влияние оказывает скорость воздуха. В горячих цехах, кроме общей вентиляции, устраивают местную вентиляцию, подавая к рабочим местам свежий и более холодный воздух, увлажненный разбрызгиваемой водой.

Для работы в барабанах котлов и других местах с высокой температурой применяют специальные душирующие установки, которые подают холодный увлажненный воздух. Величину скорости выбирают, исходя из условия интенсивности охлаждения и недопущения вредного влияния сквозняков. В холодный период года скорость воздуха в горячих цехах устанавливают до 3 м/сек при легкой работе и 4 м/сек при тяжелой работе. В теплый период года скорость воздуха может быть повышена соответственно до 4 и 5 м/сек.

5.2 Влияние газов и пыли на организм человека

Воздух производственных помещений загрязнен вредными примесями, главным образом газами и пылью. Предельное содержание вредных газов и пыли в воздухе устанавливается нормами в зависимости от свойств газов и пыли, влияния их на организм человека, и типа производства.

В котельных цехах электростанций самыми распространенными загрязнителями воздуха являются топливная пыль, зола и продукты сгорания топлива (газы, дым). При сжигании сернистого топлива продукты сгорания содержат сернистый газ. На рабочих местах могут появиться и другие вредные газы. При их появлении в воздухе слесарь должен немедленно заявить мастеру о необходимости проведения контрольного анализа воздуха.

Предельное содержание в воздухе токсической пыли (ртути, фосфора, марганца) устанавливается такими же нормами, как и для вредных газов и паров. К нетоксическим видам пыли относят топливную пыль, золу, асбест, песок. Предельное содержание в воздухе производственных помещений нетоксической пыли, содержащей кварц более 10% и асбестовые отходы,— до 2 мг/м³; а всех остальных видов нетоксической пыли — до 10 мг/м³.

Пыль с размерами частиц 10мк и более в легкие человека обычно не попадает, а задерживается в дыхательных путях, для чего необходимо дышать через нос, а не ртом.

При небольшой запыленности воздуха около 50% вдыхаемой пыли задерживается в носу и удаляется вместе со слизью. Остальная половина

пыли, пройдя через нос, частично (около 10—40%) задерживается носоглоткой и удаляется при отхаркивании. Обратно из легких выдыхается до 10% пыли. Следовательно, в легких задерживается от 10 до 30% пыли, содержащейся в атмосфере.

При чрезмерном запылении воздуха носоглотка не справляется с улавливанием пыли и она в больших количествах оседает в легких. Угольная пыль и угольный дым, попавшие в мелкие бронхи и альвеолы легких, обволакиваются клетками ткани, которые отделяются от легких и отхаркиваются. Черная мокрота работников углеподачи и пылеприготовления представляет собой скопления клеток ткани с заключенными внутри пылевыми частичками. Поэтому вдыхание угольной пыли и угольного дыма не оказывает длительного вредного влияния на здоровье человека.

Кварцевая и металлическая пыль труднее удаляется из легких, поэтому оказывает на организм значительно худшее влияние. Длительное вдыхание кварцевой пыли вызывает заболевание, называемое силикозом. Металлическая и кварцевая пыль наносит своими острыми краями огромное количество ранок на ткани легких. Эти ранки являются хорошей средой для инфекций и ослабляют организм.

В котельных цехах электростанции ведется активная борьба с пылением и выбросом газов, за оздоровление условий труда. Уплотнение котельных агрегатов и оборудования топливоподачи и пылеприготовления значительно снижает содержание пыли и газов в воздухе. Применение рациональной вентиляции обеспечивает поддержание запыленности в пределах нормы. В местах с повышенным пылением и выделением газов применяют индивидуальные средства защиты (промышленные респираторы и противогазы).

5.3 Влияние производственных шумов на организм человека

Ненормальные производственные шумы являются причиной профессиональных заболеваний (тугоухость и глухота). При длительном (в течение нескольких месяцев или лет) пребывании человека в очень шумных помещениях развивается бессонница, ухудшается пищеварение, понижается внимание, развивается пугливость. Особенно вредно действуют на организм человека неожиданные шумы, вызываемые продувкой паропроводов в атмосферу, работой предохранительных клапанов, хлопками взрывных клапанов, пробиванием прокладок во фланцах трубопроводов, поломка водомерных стекол, гудками и др.

Ненормальные шумы понижают производительность труда и мешают правильному восприятию команд, указаний и предупредительных сигналов, что нередко является причиной несчастных случаев на производстве.

Сила (громкость) шумов и звуков измеряется единицей, называемой децибелом (дБ). Вредное влияние шумов утомляемость от них зависят не только от громкости, но и от частоты колебаний звуковой волны. Звуки

высоких частот (например, вибрация тонких стальных пластинок при ручной опилке в тисках) нетерпимы для слуха, даже если они не громкие.

Нормальным звуком называют такой, который при любой длительности воздействия не вредит человеку. Громкость нормального звука равна примерно 70 дБ при частоте колебаний не выше 1000 в секунду. При таких звуках люди в помещении могут вести разговор, не повышая голоса. Максимально допустимым звуком в производственной обстановке считается звук, громкостью до 80 дБ.

Шум при клепке достигает громкости 100 дБ, при работе с пневматическими дрелями — 95 дБ, при работе парового молота — 90 дБ. Поэтому работу с такими механизмами необходима, переносить в отдельные помещения.

Шум в производственных помещениях в большинстве случаев является следствием плохой конструкции, неправильной сборки и установки механизмов, их износа и вибрации, применения неверных приемов работы, а также результатом нарушения нормальных режимов эксплуатации — парений, хлопков, взрывов, пробоев. При принятии необходимых мер громкость производственных шумов может быть значительно снижена.

В котельных цехах электростанций борьбу с шумом ведут, улучшая режимы эксплуатации, центровку и балансировку механизмов, снижая величину их вибрации, накладывая шумовую изоляцию (шаровые углеразмольные мельницы), парения.

5.4 Требования к освещенности рабочего места

Плохое освещение рабочего места вызывает быструю усталость и болезни глаз, понижает внимательность и, следовательно, значительно снижает производительность труда, увеличивает вероятность несчастных случаев на производстве.

Солнечный (естественный) свет значительно лучше влияет на организм человека, чем электрический, и поэтому там, где это возможно, стремятся обеспечить нормальную освещенность через окна. Для каждого вида производства имеются нормы освещенности рабочего места как естественного, так и электрического. Эти нормы обеспечиваются при проектировании и строительстве объектов и поддерживаются при их эксплуатации.

Освещенность производственных помещений и рабочих мест уменьшается в несколько раз из-за загрязнения источников света. Поэтому световые проемы (окна и фонари) протирают или промывают не менее трех раз в течение года, а светлую краску стен производственных помещений, которая хорошо отражает свет и увеличивает освещенность, восстанавливают один-два раза в год.

Быстро загрязняются в производственных помещениях также электрические лампочки, колпаки и абажуры. Лампочки регулярно протирают снаружи, колпаки и абажуры снаружи, так и изнутри.

В котельных цехах невозможно обеспечить общую нормальную освещенность из-за загромождённости оборудованием, лестницами, площадками и трубопроводами. Поэтому, помимо общего освещения в местах прохода и пребывания людей, в местах расположения оборудования, органов управления и аппаратуры устраивают местное освещение. Кроме того, котельные оборудуют аварийным освещением, которое включено постоянно или автоматически включается при исчезновении напряжения в осветительной сети, что обеспечивает возможность управления агрегатами при авариях, вызвавших отключение общего и местного освещения.

Напряжение в нормальной осветительной сети равно 127 или 220в. Такое напряжение опасно для здоровья и жизни людей, попавших под напряжение. Поэтому напряжение местного освещения аппаратуры, приборов, органов управления, водомерных колонок и других узлов и деталей паровых котлов, которые обслуживаются людьми в непосредственной близости от осветительной арматуры, не более 36 в.

При работах в барабанах, топках, газоходах котла, а также в мельницах, шахтах, коробах, воздухопроводах и других тесных местах с хорошей проводимостью тока человек может попасть под ток, поэтому применяют освещение напряжением не выше 12в, питающееся от специальных трансформаторов. Для освещения всех этих мест служат переносные лампы со шнуром длиной 25—40 м.

5.5 Питьевая вода

Промышленные предприятия должны быть обеспечены доброкачественной питьевой водой, как правило, кипяченой и остуженной. Применение сырой воды допускается только с разрешения органов санитарно-противоэпидемической службы.

К качеству питьевой воды и снабжению водой промышленных цехов предъявляют следующие санитарные требования.

Температура питьевой воды должна быть не выше 20 и не ниже 8°C, расстояние от рабочих мест до питьевых установок — не более 75м, периодичность замены пресной воды в бачках — не реже 1 раза в сутки. В газированной воде горячих цехов должно содержаться 0,5% поваренной соли (5г на 1л воды). Давление кислоты, вводимой в воду для приготовления газированной воды, должно быть 3—7ат., количество газированной воды на одного работника горячего цеха в смену 4-5л.

5.6 Сведения о профессиональных заболеваниях

При длительной работе на производстве с вредными условиями труда, при непринятии необходимых мер по охране труда и оздоровлению труда самим работающим могут возникнуть профессиональные заболевания. При длительном вдыхании пыли, содержащей кремний, а также газов от электросварки может развиваться силикоз или другие заболевания легких. Преимущественно эти заболевания встречаются у пескоструйщиков, литейщиков, шлифовальщиков, электросварщиков.

Обычные правила промышленной санитарии, включающие общую приточную и вытяжную вентиляцию, а также местную вентиляцию (отсос пыли, подача к рабочему месту свежего воздуха) оздоравливают условия труда настолько, что профессиональные заболевания исключаются.

На большинстве электростанций дутьевые вентиляторы котлов забирают воздух из помещения котельной, в результате чего через фонари, фрамуги, окна и другие места в котельную поступает чистый воздух. Создается, таким образом, мощная приточно-вытяжная вентиляция, которая оздоравливает условия работы. В тех случаях, когда на отдельных рабочих местах воздухообмен недостаточен, устраивают местную вентиляцию. В частности, при работе электросварщиков в замкнутых и тесных сосудах на каждый килограмм израсходованных электродов в соответствии с правилами промсанитарии к рабочему месту подают 2000 м³ чистого воздуха.

При нарушении промсанитарии у лиц, соприкасающихся в своей работе с радиоактивными веществами или ионизирующим излучением (металлорентгенографирование, гамма-дефектоскопия) могут появиться опухоли кожи от воздействия ионизирующего излучения (рентгеновских, гамма-лучей и радиоактивных веществ).

Если электросварщики и автогенщики не принимают мер против систематического воздействия лучистой энергии, у них может появиться заболевание глаз (катаракта). У клепальщиков, котельщиков, кузнецов возможно прогрессирующее понижение слуха вследствие систематического воздействия сильного производственного шума.

5.7 Режим труда и отдыха, личная гигиена рабочего

Нельзя добиться всестороннего развития человека без физического труда, творческого и радостного, укрепляющего организм, повышающего его жизненные функции.

Труд является необходимым условием существования человеческого общества и основой благополучия как каждого человека, так и всего общества. В труде развиваются физические и духовные способности каждого человека.

Физическое напряжение, связанное с работой, полезно для полноценного физического развития, укрепления здоровья и повышения работоспособности. Активная энергичная работа на производстве способствует развитию мускулатуры, укрепляет сердце и развивает дыхательный аппарат.

Законы об охране труда запрещают использование рабочих в возрасте до 18 лет на особо тяжелых и вредных для здоровья производствах и подземных работах. В частности, подростков до 18 лет нельзя назначать на работы, заключающиеся, исключительно в переноске или передвижении тяжестей. Переноска и передвижение грузов разрешается лишь в тех случаях, когда они связаны с выполняемой подростками работой и отнимают не более 1/3 их рабочего времени.

Обязательным условием полезности труда для здоровья является правильное чередование периодов работы и отдыха, т. е. режим труда и отдыха. Без соблюдения этого режима наступает преждевременное утомление, производительность труда снижается и для продолжения работы необходимо применять волевое усилие. В нормальных производственных условиях значительное систематическое переутомление недопустимо.

Время для отдыха необходимо правильно использовать. Если работа выполняется в тесных, сырых, запыленных, горячих помещениях или сосудах, для отдыха выходят на свежий воздух. Если работа ведется сидя, отдыхают стоя или в движении. Наоборот, если работа ведется стоя, отдыхают сидя.

Наиболее эффективный отдых — переключение на другую работу. В комплексных бригадах легко организовать чередование видов деятельности и выполнение каждым рабочим работ двух-трех специальностей, что снижает утомляемость и, следовательно, повышает производительность труда.

Накопившееся к концу рабочего дня общее утомление должно сниматься отдыхом после работы и во время сна. Для общего отдыха чрезвычайно большое значение имеет правильный режим отдыха в выходные, праздничные дни и во время ежегодного отпуска. Этот отдых должен быть активным. Полезно кататься на коньках, лыжах и велосипеде, грести, плавать, заниматься спортивными играми, танцами.

Для учеников индивидуального и бригадного обучения, для рабочих и служащих в возрасте 15—16 лет установлен четырехчасовой рабочий день, для подростков 16—18 лет — шестичасовой. При этом труд подростков за сокращенный рабочий день оплачивается, как за полный рабочий день работников соответствующих категорий.

В целях охраны здоровья подростков и обеспечения им нормальных условий для труда, отдыха и учебы запрещено использовать молодых рабочих и служащих в возрасте до 18 лет на сверхурочных работах и привлекать к работе в ночных сменах.

Каждый рабочий должен выполнять требования личной гигиены на производстве, быть чистым, и опрятным. Соблюдение личной гигиены является залогом здоровья и одним из важнейших условий повышения производительности труда.

5.8 Техника безопасности

Техника безопасности изучает причины несчастных случаев на производстве, разрабатывает способы устранения этих причин и обеспечивает внедрение этих способов в производство. Обеспечение наибольшей безопасности труда должно сопровождаться повышением его производительности. Несчастным случаем на производстве или производственной травмой называют внезапное повреждение тела, влекущее за собой временную утрату трудоспособности, увечье или смерть. Несчастный случай отличается от профессионального заболевания внезапностью возникновения (при взрыве, падении, ударе и др.) и

кратковременностью воздействия. При этом могут появиться ожоги, раны, ушибы, отравление газами, нервный шок, электрический удар.

Потеря трудоспособности от несчастного случая бывает: временной — на несколько часов, дней, месяцев; частичной, при которой человек в дальнейшем не может стать полноценным работником, каким был прежде; полной, при которой человек совсем теряет трудоспособность.

Кроме производственного травматизма, связанного с временной частичной или полной потерей трудоспособности, на производстве имеет место мелкий травматизм — засорение глаз, мелкие ранки на руках, ожоги, ушибы и ранения ног. Хотя мелкий травматизм не связан с потерей трудоспособности, он также снижает производительность труда и ухудшает физическое состояние работников.

Травматизм отрывает от производственной деятельности трудящихся, ухудшает их здоровье и вызывает огромные непроизводительные затраты на лечение и выплату пособий. В государстве ведется планомерная и систематическая борьба с травматизмом.

Регистрация и учет несчастных случаев

О полученной травме или происшедшем несчастном случае рабочий немедленно сообщает мастеру, прорабу или начальнику цеха. На все несчастные случаи, происшедшие с работниками в связи с выполнением ими производственных заданий и вызвавшими потерю трудоспособности на один день или более, составляют акт по установленной форме. Ответственными за своевременное составление акта являются начальник цеха, мастер и прораб. Одновременно с составлением акта они сообщают о несчастном случае администрации предприятия и фабрично-заводскому комитету.

В течение 24 ч начальник цеха расследует причину несчастного случая, составляет акт по установленной форме и разрабатывает мероприятия, указывая сроки, их выполнения для предупреждения несчастных случаев в дальнейшем.

О групповых несчастных случаях, происшедших одновременно с тремя или более работниками, тяжелых несчастных случаях, влекущих за собой инвалидность, и о смертельных несчастных случаях начальник цеха немедленно сообщает руководителю предприятия и фабрично-заводскому комитету. Руководитель предприятия немедленно сообщает о них в вышестоящую хозяйственную организацию и в техническую инспекцию Совета профсоюза. Каждый групповой, тяжелый "или смертельный несчастный случай немедленно расследуется техническим инспектором Совета профсоюза.

5.9 Обучение и инструктаж рабочих по правилам техники безопасности

Условия работы в котельных цехах электростанции требуют от каждого рабочего знания правил техники безопасности и их беспрекословного выполнения. Несчастные случаи с людьми происходят главным образом из-за незнания правил или их нарушения. Поэтому все

рабочие котельных цехов проходят специальное обучение правилам техники безопасности.

Это обучение включает следующие формы:

вводный инструктаж;

индивидуальное обучение по инструкциям и пособиям;

инструктаж перед началом работы;

инструктаж на рабочем месте;

периодический инструктаж по общим вопросам техники безопасности (один раз в месяц);

организованное обучение на курсах;

проработка отдельных вопросов техники безопасности на собраниях.

Каждый вновь поступивший рабочий проходит вводный инструктаж об особенностях производства и мерах безопасности. После этого он допускается к работе на 2—4 недели под наблюдением опытного рабочего. За этот период рабочий в индивидуальном порядке по инструкциям и пособиям изучает правила техники безопасности и подвергается проверке знаний. Если при проверке знаний выявляется хорошее усвоение и понимание правил техники безопасности, рабочему выдается удостоверение о проверке знаний на право допуска к самостоятельной работе.

Инструктаж перед началом работы проводят при выполнении работ на новом объекте или новых видов работ, а также при выполнении сложных и опасных работ. О проведенном инструктаже делают запись в специальном журнале, в котором расписываются проинструктированный рабочий и технический руководитель, производивший инструктаж.

Очень важной формой работы с людьми по технике безопасности является инструктаж на рабочем месте. Выдавая задания бригадир, мастер на рабочем месте обращает его внимание на опасные условия, напоминает о важнейших правилах и предупреждает о необходимости их выполнения. Таким же образом бригадир инструктирует звеньевой или старшего по разряду рабочего, которые, выдавая задания рабочим низшей квалификации или проверяя их работу, также напоминают им о правилах техники безопасности и предупреждают о возможных опасностях.

В связи с таким порядком инструктажа на рабочем месте рассматривают вопрос об ответственности за выполнение правил техники безопасности. За их нарушения и происшедшие несчастные случаи ответственность несет не только администрация или технический персонал (главный инженер, начальник цеха, мастер), но и каждый работник за себя и за подчиненных ему людей. Бригадир, звеньевой и старшим по разряду рабочим поручают работу своим подчиненным и поэтому отвечают за все их действия.

К обучению на курсах по технике безопасности привлекают всех рабочих цеха. Программа курсов рассчитана на 8—10 ч и включает изучение инструкции и правил безопасной работы в данном цехе, а также проработку под руководством врача правил подачи первой помощи при поражениях током, ожогах, ранениях и отравлениях.

Знание рабочими правил техники безопасности контролируется путем проверок. Проверки знания бывают очередные и внеочередные.

К очередным проверкам относятся первичная и ежегодная. Ежегодные проверки проходит весь персонал котельного цеха. Проверки используют как средство для углубления знания правил техники безопасности. Проверка знания оформляется протоколом и записью в выданных удостоверениях.

Внеочередные проверки производят при повышении разрядов ремонтному персоналу и оформлении допуска к выполнению работы по второй профессии, а также при нарушении рабочим правил техники безопасности, если даже это нарушение не привело к несчастному случаю.

На собраниях рабочих бригады, смены или цеха прорабатывают новые правила и инструкции и подробно разбирают происшедшие несчастные случаи и их причины. Воспитательными мерами являются также взыскания, накладываемые на отдельных работников, игнорирующих правила техники безопасности. В отдельных случаях работников, по халатности которых произошли или могут произойти несчастные случаи, отстраняют от работ, при выполнении которых может создаваться угроза для здоровья и жизни людей.

5.10 Медицинское освидетельствование

Для того чтобы выполняемая работа не причиняла вреда организму рабочего, к работе в котельных цехах электростанций не допускаются лица, страдающие определенными заболеваниями. С этой целью при приеме на работу в котельный цех электростанции или ремонтного предприятия все рабочие проходят медицинское освидетельствование.

Лицам с больным сердцем вредно работать в горячих цехах выполнять тяжелую физическую работу. Лица с больными и слабыми легкими не допускаются к работе на углеподаче, в пылеприготовлении и других пыльных цехах, а также в цехах, где выделяются вредные газы.

К работе по обслуживанию и ремонту котельного оборудования, такелажным работам и работам на высоте не допускаются лица, подверженные периодическим припадкам. В результате внезапно наступающего припадка может пострадать не только сам больной, но и находящиеся вблизи люди.

Работники котельных цехов (машинисты, кочегары, щитовые, дежурные) должны хорошо видеть и различать все цвета (не страдать дальтонизмом), так как сигнальные лампы, электрические и тепловые схемы и трубопроводы окрашены в разные цвета. Плохой слух и плохое зрение способствуют травматизму и также не позволяют работать в котельных цехах электростанции.

Периодические медицинские освидетельствования проводятся через каждые 2 года. При этом выявляются случаи, когда рабочему необходимо лечиться или его надо перевести на более легкую работу.

В целях охраны здоровья подростки в возрасте до 18 лет перед приемом на любую работу обязательно подвергаются врачебному

освидетельствованию. Периодические освидетельствования молодых рабочих проводятся не реже чем через 1 год.

5.11 Электротравматизм

Поражения электрическим током в тепловых цехах электростанции происходят в результате нарушения правил безопасности при пользовании электрическим освещением, электрическими инструментами и сварочными аппаратами. Они могут произойти также при самовольных отключениях и подключениях оборудования на электрических сборках и при механических повреждениях токоведущих частей, расположенных вблизи ремонтируемого оборудования или около проходов к нему.

Характер электрических травм разнообразен. При попадании человека в цепь электрического тока могут появиться ожоги, паралич нервной системы, приостановка дыхания и работы сердца. Химические явления проявляются в электролизе крови. При поражении током человек может упасть и получить ушибы или ранения. Электрический удар часто вызывает потерю сознания и состояния «мнимой смерти».

После освобождения тела человека от действия тока работа сердца и легких может возобновиться, для чего делают искусственное дыхание. Прекращают искусственное дыхание лишь тогда, когда пострадавший придет в сознание и будет самостоятельно дышать или когда врач зафиксирует состояние смерти.

При поражении человека электрическим током основную роль играет сила тока, проходящего через его тело. Величина напряжения имеет значение лишь потому, что при постоянном сопротивлении тела сила тока тем больше, чем больше напряжение. Но сила тока тем меньше, чем больше сопротивление тела человека. Это сопротивление меняется в значительных пределах — от нескольких сот Ом до нескольких десятков тысяч Ом. При сухой коже, здоровом и не уставшем организме сопротивление тела большое. Выделение пота снижает сопротивление тела на 40—60% и увеличивает степень поражения током. Также действуют усталость и алкогольные напитки.

С повышением частоты тока его поражающие свойства уменьшаются. Более того, токи высокой частоты (несколько десятков тысяч вольт и несколько сот тысяч герц) используют в медицине для лечения.

Возможность поражения электрическим током в большой степени зависит от помещения, в котором производится работа. В зависимости от условий поражения все помещения разделяются на три категории:

помещения сравнительно безопасные — сухие отапливаемые комнаты с непроводящими полами; воздух не содержит токопроводящей пыли;

помещения с повышенной опасностью — сырые или сухие, но не отапливаемые комнаты, воздух которых содержит токопроводящую пыль, а материал полов проводит ток;

помещения особо опасные — очень сырые, наполненные едкими парами или газами комнаты, хорошо проводящие ток.

Котельные цехи электростанций относятся к помещениям особо опасным, так как множество металлических заземленных конструкций с очень хорошей проводимостью способствует попаданию людей в цепь электрического тока. Наибольшую опасность представляют замкнутые тесные металлические сосуды — барабаны котлов, цистерны, баки, резервуары, мельницы, газовоздухопроводы, шахты и другие конструкции. Работать в этих конструкциях неудобно, что способствует прикосновению к токоведущим частям и металлической поверхности. Наступающие при работе в таких местах быстрая усталость и выделение пота также способствуют поражению током.

Для светильников, подвешиваемых на доступной высоте (2,5 л от пола и ниже) в помещениях сравнительно безопасных используется напряжение 127 или 220 в, а в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных — напряжение не выше 36 в. Для ручных переносных ламп в помещениях с повышенной опасностью допускается напряжение до 36в, а в помещениях особо опасных и замкнутых металлических конструкциях — не выше 12 в.

Максимальным напряжением, безопасным при всех условиях для здоровья и жизни людей, является напряжение 12 в. Напряжение более 12 в уже опасно. На производстве были неоднократные смертельные поражения током от сварочного напряжения 60 в. Поэтому при пользовании сварочным напряжением, а также переносным освещением и электрифицированными инструментами должны соблюдаться все меры безопасности работ.

5.12 Защитные средства

Чтобы устранить влияние на здоровье людей вредных условий производства и предотвратить несчастные случаи в котельных цехах электростанций, применяют многочисленные защитные средства. К защитным средствам относятся спецодежда, спецобувь, инвентарная защитная одежда (шлемы на голову, брезентовые, прорезиненные и асбестовые комбинезоны), резиновые сапоги и перчатки, рукавицы, валенки, предохранительные пояса, респираторы, очки и многое другое. Защитными средствами являются также ограждения полумуфт, зубчатых колес, маховиков и других вращающихся и движущихся частей механизмов, ограждения кругов наждачных точил, проемов в перекрытиях и площадках, лестниц и площадок, фланцев трубопроводов. Много защитных средств применяют для защиты людей от поражения током — плакаты, штанги, клещи, инструменты с изолирующими ручками, резиновые перчатки и рукавицы, резиновые боты и галоши, изолирующие подставки, резиновые коврики и дорожки. Одним из самых надежных защитных средств от поражения током является заземление корпусов и кожухов всех электрических машин, инструментов, трансформаторов и устройств, которые отводят ток в землю в его на корпус или кожух.

При расшлаковке, очистке котлов от золы и других работах, связанных с пылью и газами, применяют защитные средства для головы, глаз и лица.

5.13 Применение системы нарядов

Наряды на работу в котельных и других тепловых цехах введены для обеспечения безопасности работ и предотвращения аварии. Любую ремонтную работу в действующей котельной можно выполнять только по наряду, в котором перечисляются необходимые меры безопасности. Прежде чем допустить людей к выполнению работы, принимают перечисленные в наряде меры безопасности.

Ответственными за безопасность работ являются: лицо выдавшее наряд, руководитель работ, производитель работ и допускающий к работам. Выдают наряды начальник цеха, его заместитель, а также инженер и мастер, если они уполномочены распоряжением начальника цеха. Допускает к работе начальник смены цеха с ведома дежурного инженера.

Лицо, выдающее наряд, отвечает за возможность производства работ и правильность указанных в наряде мер безопасности. Лицо, допускающее к работе, отвечает за правильность отключения ремонтируемого участка, инструктажа и принятых мер безопасности. Руководитель работ отвечает за правильное выполнение всех указанных в наряде мер безопасности. Руководитель лично инструктирует производителя работ и контролирует работу бригад.

Производитель работ отвечает за техническое руководство работой и соблюдение работающими мер, безопасности.

Наряд выдается на одного производителя работ (на одну бригаду) и подписывается допускающим, руководителем и производителем работ. Наряд заполняется в двух экземплярах, и оба экземпляра вручаются начальнику смены (дежурному инженеру). Один экземпляр передается производителю работ, а второй остается у начальника смены. Допуск к работе отмечается в оперативном журнале начальника смены. Начальник смены до возвращения ему второго экземпляра наряда не имеет права включать выведенное для ремонта оборудование.

После окончания рабочего дня наряд сдают начальнику смены. К прерванным работам приступают после получения ответственным руководителем сданного накануне наряда.

Заккрытие наряда после окончания всех работ оформляется подписями руководителя работ и начальника смены. Оба экземпляра наряда передаются начальником смены начальнику цеха, у которого они хранятся в течение одного месяца, после чего уничтожаются.

В аварийных случаях и в ночное время с разрешения дежурного инженера допускается ремонтировать оборудование без наряда записав в оперативном журнале принятые меры безопасное.

При производстве работ ремонтной организацией или ремонтным цехом наряд выдаётся начальником котельного цеха в целом на всю работу (агрегат, узел).

Допуск к отдельным работам, требующим дополнительных мер безопасности, оформляется персоналом ремонтной организации или

ремонтного цеха. В этом случае за правильность мер безопасности отвечает руководитель от ремонтной организации.

Перечень работ, производимых по нарядам, составляется на каждой электростанции и утверждается главным инженером.

5.14 Основные меры безопасности при работе на буровом станке

К работе на буровом станке допускаются только лица, прошедшие специальное обучение, сдавшие техминимум, прошедшие стажировку на рабочем месте и получившие права на управление станком. Все работы на станке должны выполняться в строгом соответствии с требованиями «Правил техники безопасности при эксплуатации передвижных электроагрегатов» (ПТБ) и «Правил технической эксплуатации и обслуживания электроустановок промышленных предприятий» (ПТЭ).

Машинисты станков и их помощники обязаны знать принцип действия и устройство машин, знать ПТБ и ПТЭ, должностные инструкции и руководствоваться ими в Своей работе. Машинисты и их помощники проходят ежегодные испытания на знание правил безопасности. Испытание проводит комиссия, из лиц технического надзора при обязательном участии инженера по технике безопасности.

Машинист станка является ответственным за соблюдение правил техники безопасности членами бригады в своей смене.

Основные условия безопасной работы на буровых станках сводятся к следующему:

- перед запуском станка необходимо проверить техническое состояние машины согласно инструкции по эксплуатации. Работать можно только на исправном буровом станке;
- не допускается эксплуатация станка без заземлений корпусов электрооборудования;
- при установке станка на первый ряд скважин управление станком должно осуществляться дистанционно: при работе станок должен быть расположен перпендикулярно к бровке уступа на расстоянии от нее не менее

3 м. Последнее позволяет быстро отвести станок при появлении признаков обрушения уступа;

- вращающиеся части станков должны иметь ограждения;
- запрещается производить смазку и регулировку механизмов станка во время работы;
- все работы по монтажу, ремонту и ликвидации неисправностей должны производиться при полном отсутствии напряжения на станке;
- не допускается нахождение людей под мачтой при ее подъеме или опускании;
- перемещение станка на расстояние до 100 м разрешается производить с поднятой мачтой. Но если площадка плохо выровнена и имеет уклон более 50 или станок проходит вблизи линии электропередачи, то мачту необходимо опустить;
- спуск с уклонов, превышающий 120, должен производиться при поддержке станка сзади тягачом;
- в непосредственной близости от работающего станка не должны находиться посторонние лица.

Во время работы станка машинист должен находиться у рычагов управления, а во время кратковременных отлучек - поручать наблюдение за станком своему помощнику. Одновременная отлучка машиниста и помощника запрещается.

При обслуживании станков комбинированного бурения наряду с общими правилами безопасности для всех типов станков необходимо соблюдать ряд положений, обусловленных особенностями их работы:

- кислород и горючее для станка не должны содержать воды;
- станки должны быть удалены друг от друга на расстояние не менее 50 м и не менее 25 м от других машин;
- запрещается смазывать узлы кислородной магистрали материалами содержащими жировые вещества;
- категорически запрещается осматривать, измерять скважины в радиусе 25 м от работающего станка и ранее чем через 12 ч после бурения;
- во время работы станка нельзя проводить сварочные и автогенные работы в радиусе 25 м.

5.15 Правила пользования механизированными инструментами и приспособлениями

Выбор для работы электрифицированного или пневматического инструмента в первую очередь зависит от наличия инструмента в кладовой, подготовленности сети питания, времени для подключения, удобства работы. Электрифицированные инструменты намного экономичнее пневматических, так как имеют более высокий коэффициент полезного действия и требуют меньших эксплуатационных расходов. Однако при выборе типа инструмента этому не придают первостепенного значения. Применение механизированного инструмента тем эффективнее, чем меньше времени тратится на подготовительные работы.

Для работы в барабанах котлов, газоходах, воздухопроводах, баках, колодцах и в других тесных и неудобных местах, в местах с повышенной температурой и влажностью применяют пневматические или электрифицированные инструменты с частотой тока 200 Гц и напряжением 36 в. Питание электроинструмента таким током осуществляется от преобразователя тока.

Неисправные механизированные инструменты не должны храниться в инструментальных кладовых вместе с исправными — их необходимо отделять и передавать в ремонт. Это правило в первую очередь касается электрифицированных инструментов. Выдача из кладовой неисправных инструментов и пользование ими может привести к поражению током и поэтому запрещается. Перед выдачей электрического инструмента проверяют его исправность.

Перед началом работы проверяют надежность крепления частей механизированных инструментов, затяжку всех болтов и гаек, легкость вращения шпинделя и наличие смазки. Подшипники и зубчатые передачи электрифицированных инструментов смазывают солидолом не реже чем 2 раза в год, смазку добавляют каждые 2 месяца. Рубильные и клепальные пневматические молотки хранят в вертикальном положении, погружая их по рукоятку в ванну из минерального масла.

Пневматические инструменты выдают вместе со шлангом, а электрифицированные — с кабелем. Шланги и кабели должны быть исправны и снабжены присоединительной арматурой. Присоединять электрифицированный инструмент слесарь должен лишь к розеткам, предназначенным для этой цели. Перед подключением к пневматическому инструменту шлангов их продувают сжатым воздухом, чтобы удалить пыль и песок, которые при попадании в инструмент быстро изнашивают его.

Перед работой механизированные инструменты испытывают на холостом ходу. Исключение составляют ударные инструменты: рубильные и клепальные молотки испытывают только с рабочим инструментом и в рабочем положении.

При перерывах в работе инструменты отключают от питающей сети.

Пневматические инструменты ремонтируют только выделенные для этой цели квалифицированные слесари, а электрифицированные — рабочие-электрики.

5.16 Техника безопасности при обслуживании и ремонте станков

Буровое оборудование и инструмент ремонтируют слесари по ремонту оборудования и агрегатов и от качества их работы зависит исправность оборудования.

Слесарь выполняет разнообразные работы: собирает и разбирает отдельные узлы бурового оборудования и агрегатов; изготавливает, обрабатывает и пригоняет по месту отдельные их узлы и детали. В обязанности слесаря по ремонту оборудования и агрегатов входят наладочные и проверочные работы на буровой, замена вышедшего из строя

оборудования исправным, установка превентора, опрессовка, демонтаж оборудования и др. Кроме того, слесарю приходится выполнять такелажные работы с помощью грузоподъемных средств.

Для безопасного проведения перечисленных выше работ слесарь по ремонту бурового оборудования и агрегатов должен хорошо знать требования техники безопасности при этих работах.

Поэтому для безопасного ведения работ по ремонту бурового оборудования и агрегатов слесарь, помимо вводного инструктажа, должен пройти производственный инструктаж по технике безопасности непосредственно на рабочем месте в соответствии с существующими положением.

При выполнении работ по ремонту нового или недостаточно освоенного оборудования и агрегатов слесарь обязан пройти дополнительный инструктаж, а также инструктаж по правильному и безопасному ведению такелажных работ.

Несчастные случаи при ремонте бурового оборудования нередко происходят от применения неисправного ручного инструмента.

Перед работой применяемый инструмент должен быть тщательно проверен. Обнаруженные неисправности следует устранить или же неисправный инструмент заменить новым.

Слесарь должен следить за тем, чтобы его рабочее место не было загрязнено и захламлено. Зимой рабочее место следует очищать от снега и льда и посыпать песком или опилками. Приступая к работе, слесарь должен надеть спецодежду, соответствующую условиям работы, а также пользоваться индивидуальными защитными средствами

(предохранительными очками и др.).

Перед ремонтом бурового оборудования (ротора, насоса, ПИР. вертлюга и т. д.) предварительно надо слить масло в емкость, чтобы не загрязнять рабочее место.

Очищать оборудование от песка, смешанного с маслом или нефтью., затвердевшего глинистого раствора следует металлическим скребком; чтобы не поранить руки, работать надо в рукавицах.

Применяемый слесарем ручной инструмент должен отвечать следующим требованиям:

а) рукоятки молотков и кувалд, ручек напильников и другого инструмента должны быть изготовлены из древесины твердой породы, быть целыми и гладкими;

б) кувалды, молотки, секачи, напильники и другой инструмент нужно прочно насаживать на рукоятки и закреплять во избежание травмирования работающего;

в) бойки молотков и кувалд должны иметь гладкую (без выбоин) поверхность;

г) на ударной части зубил, крейцмейселя и секачей не должно быть трещин, забоин, заусениц;

д) гаечные ключи не должны иметь сработанного зева (во избежание срыва его во время крепления гайки);

е) ножовочное полотно следует туго натянуть и прочно закрепить в раме, чтобы при резке металла оно не выскочило из рамы. Лом, клинья, выколотки, оправки, съемники и другие приспособления должны быть исправными.

Цепные ключи не должны иметь вытянутых звеньев.

Хвостовики нажимных опилочных и шаброванных инструментов (пилы драчевые, личные, бархатные, различной формы - плоские, квадратные, треугольные, полукруглые; надфили, рашпили шаберы)

снабжаются исправными деревянными ручками с насаженными на них металлическими бандажными кольцами, предохраняю, щами ручки от раскалывания.

Гаечные ключи применяются в соответствии с размерами гаек. Необходимо следить, чтобы губки ключей были без сбитых скосов а рукоятки без заусениц. Нельзя закручивать и откручивать гайки и болты, применяя прокладки между их гранями и губками ключей а также удлинять; гаечные ключи, присоединяя ключ или надевав металлическую трубку на рукоятку ключа. Для коротких гаечных ключей следует применять удлинители.

Концы инструментов для наводки (монтажные ломы, оправки конусные, пробки сборочные) не должны быть деформированными и сбитыми, а бойки оправок не должны содержать трещин и заусениц.

Электрифицированные инструменты находят все большее применение. В настоящее время изготавливается электроинструмент с питанием от сети напряжением 220 и 127 в, а также низкого напряжения 36 в. Работа с электроинструментом (электродрелями, электрогайковертками, электрическими пилами, электрошлифовальными машинами и пр.) требует особой тщательности в соблюдении правил безопасности.

Электроинструменты напряжением выше 36 в подлежат обязательному заземлению. Присоединяется электроинструмент посредством шланговых проводов четырех- или трехжильных в зависимости от рода тока (трехфазного или однофазного). Предназначенная для заземления или зануления корпусов электроинструментов четвертая или третья жила должна отличаться цветом остальных жил.

Для работы с электрическими инструментами рабочие проходят специальное изучение безопасных методов работы и мер защиты от электротока, а также обучаются оказанию первой помощи пострадавшему от действия электротока.

Наиболее опасным в работе с электроинструментом является момент подключения к источнику питания. Эту операцию должен выполнять электромонтер перед самым началом работы. В случае пробоя кожуха работу следует немедленно прекратить и вызвать дежурного электромонтера.

Особую осторожность необходимо проявлять при работе с электроинструментом в сырых помещениях, а также в местах, где

работающий с электрическим инструментом может соприкасаться с заземленными металлическими предметами.

Но всех указанных случаях работа производится электроинструментом напряжением 36 в; одновременно необходимо пользоваться диэлектрическими перчатками и галошами и стоять на изолированной поверхности (резиновые коврики, помосты из сухого дерева, мраморные плиты или деревянные решетки на изоляторах).

В процессе эксплуатации электроинструмента подключаться к сети и отключать его следует в соответствии с техническими требованиями. Подключение должно осуществляться специальными розетками или рубильниками на распределительных щитах. Нельзя подключать электроинструмент при помощи скручивания проводников, загнутых концов проволоки и пр.

Неполадки и неисправности в электроинструменте устраняются после отключения его от электросети. При всех перерывах в работе в случае прекращения подачи электротока во время ведения работ электроинструмент следует немедленно отключать от питающей сети. При переходе слесаря с электроинструментом с одного места на другое нельзя допускать натяжения электропровода. Категорически запрещается оставлять без надзора электроинструмент, присоединенный к электросети, это является грубым нарушением правил безопасного ведения работ.

Подводящие провода должны быть надежно защищены коробками, желобами или резиновыми шлангами для предохранения от повреждения.

При рубке и правке деталей вручную молоток или кувалду во время работы следует держать за рукоятку так, чтобы наносился точный и сильный удар.

При рубке зубилом или крейцмейселем шпоночных пазов, обрубке под заварку, рубке стальных канатов и т. п. для предохранения глаз от отлетающих осколков необходимо надевать защитные очки, а место рубки оградить щитами для предохранения окружающих от отлетающих в сторону частиц металла — осколков.

При опиливании напильниками деталей с острыми кромками, нельзя поджимать пальцы рук под напильник при его обратном ходе, так как можно повредить пальцы.

При резке ножовкой, в конце резания надо ослабить нажим на ножовку и поддерживать отрезаемую часть рукой или же применять подставки, чтобы отрезанная часть детали не упала на ноги работающего.

При совместной работе с электрогазосварщиком слесарь должен:

- а) не смотреть на электрическую дугу незащищенными (без; очков) глазами;
- б) не подходить с огнем к ацетиленовому генератору или к сливу карбидного ила;
- в) не загрязнять мазутом головки кислородных баллонов;
- г) предохранять от ударов и толчков баллоны;

д) не наступать и не перекручивать кислородные и ацетиленовые шланги и сварочные кабели;

е) не производить самому электрогазосварочные работы.

Приступая к работе, слесарь должен одеть спецодежду, соответствующую условиям работы, и пользоваться индивидуальными защитными средствами.

Оборудование или отдельные его узлы, подлежащие разборке или сборке, должны быть устойчиво установлены.

Для обеспечения безопасности приступать к наладочным, проверочным и ремонтным работам на буровой можно только после полной остановки оборудования и принятия мер против самовыключения или включения его посторонними лицами, а также вывешивать предупредительный знак. Необходимо также предупредить бурильщика и бурового мастера о начале и окончании ремонтных работ.

При наладочных, проверочных и ремонтных работах вблизи электрических проводов или токоведущих частей оборудования для обеспечения безопасности необходимо, чтобы на время работы напряжение было снято.

Для безопасного ремонта буровой лебедки, ротора, насоса, глиномешалки и т. д. после отключения их от двигателя необходимо снять приводную цепь или ремень.

Для отвинчивания шпилек, гаек и болтов нельзя применять гаечные и патронные ключи несоответствующих размеров, подкладывать металлические подкладки под губки ключа и удлинять ручку другим ключом или патрубком, так как во время работы они могут соскочить, упасть и нанести травму работающему. Нельзя также использовать для отвинчивания гаек «вилки», зубила, так как это может повлечь за собой несчастные случаи.

Если при отвинчивании гайку или болт трудно сдвинуть с места, их надо сначала повернуть немного в сторону завинчивания и тогда они сдвинутся, начать отвинчивание. Можно слегка ударить через мягкую прокладку по гайке или головке болта молотком. Если и при этом отвинтить их мне удастся, то отвинчиваемую деталь надо смочить керосином, который хорошо проникает в зазоры и уменьшает трение между крепежными деталями.

Извлекать и вставлять сжатые пружины следует только специальными приспособлениями.

Совпадение отверстий в соединяемых деталях следует проверять только конусными оправками. Нельзя проверять их пальцами рук.

При разборке и сборке оборудования нельзя класть детали и инструмент на край стеллажа и на оборудование, так как они могут упасть на работающего.

При чистке резьбовых соединений металлической щеткой для предохранения рук от уколов, порезов и царапин следует надевать брезентовые рукавицы.

Снятие и демонтаж подшипников качения сопряжены с большими трудностями. Для облегчения демонтажа надо нагреть внутреннюю обойму подшипника, т. е. во внутреннюю обойму налить горячее масло и применять съемники, стяжные болты, выколотки, оправки или клинья в зависимости от конструкции подшипникового узла.

Выколотки, оправки и монтажные трубы должны быть из мягкого цветного металла, так как подшипники закалены на высокую твердость и во время удара молотком могут отколоться мелкие частицы металла.

При работе клиньями или выколотками, чтобы не повредить руки, надо пользоваться специальными держателями.

Для облегчения посадки или монтажа подшипников крупных размеров надо нагреть в минеральном масле, доведя его до кипения. Во избежание ожогов рук подшипники из горячего масла следует вынимать крючком или веревкой, один конец которого должен быть привязан к подшипнику до погружения его в масло.

Нельзя производить ремонт насоса при давлении в нагнетательной системе. Ремонтировать насос можно только при открытой задвижке на контрольной линии, чтобы не было разрыва коммуникаций. При текущем ремонте насоса наиболее трудоемок процесс извлечения цилиндрических втулок, клапанов, седел клапанов и поршней со штоком. Поэтому для облегчения и безопасности этих работ надо пользоваться специальными съемниками и стяжными приспособлениями.

Выпрессовку шкива насоса надо производить массивной стяжкой, приводимой в движение гидравлическим домкратом. Выбивать шкив кувалдой или ударами подвешенной балки запрещается, так как это опасно для работающего.

При разборке вертлюгов основной трудоемкой и сложной операцией является отвинчивание переводника из-за отсутствия торцового упора у конусной восьминиточной резьбы. Поэтому приступать к разборке вертлюга можно только после того, как будет отвинчен переводник или ослаблена резьба переводника машинными ключами на буровой.

Во избежание ожогов и отравлений остатками кислот и щелочей приступать к работам внутри глиномешалки можно лишь только после промывки ее от кислот и щелочей. Во время ремонта глиномешалки ручной инструмент следует держать на рабочем месте ни в коем случае нельзя оставлять его на краю люка глиномешалки, так как он может упасть и нанести травму работающему внутри глиномешалки.

Перед ремонтом кронблока необходимо проверить исправности прочность настила и перильного ограждения кранблочной площадки, а также убедиться в отсутствии людей внутри буровой (в пределах вышки).

Переносить инструмент следует в сумке или ящике. Весь не обходимый для работы на панели вышки инструмент во избежание падения должен быть надежно привязан к поясу вышки.

Перед ремонтом талевый блок, крюк и вертлюг надо спустить и уложить на пол буровой.

По окончании ремонта оборудования слесарь должен убрать посторонние предметы (гайки, болты, ручной инструмент и т. д.) установить снятые масленки, убедиться в заполнении их маслом; установить на место снятые ограждения, надежно укрепив их, сдать отремонтированное оборудование и механизмы бурильщик или буровому мастеру на ходу.

О всех осложнениях в ремонте и замеченных дефектах в узлах и деталях оборудования надо сообщить главному механику конторы бурения и буровому мастеру.

Слесарь должен соблюдать правила техники безопасности при такелажных работах; хорошо знать требования, предъявляемые к подъемно-транспортным средствам, и правила безопасности при подъеме и перемещении тяжестей. Чулочные канаты, цепи, стропы, траверсы, крюки и другие грузозахватные приспособления должны быть исправными, т. е. не иметь порванных проволок, заломов, узлов, трещин и других дефектов. Нельзя работать с тросами, имеющими 10% оборванных проволок на шаге свивки или одну оборванную прядь.

Грузоподъемные механизмы должны иметь исправные и надежные тормозные устройства, которыми при подъеме и спуске можно останавливать груз в любом положении.

Вес поднимаемого груза вместе с весом вспомогательных приспособлений не должен превышать допустимой грузоподъемности механизма. Поэтому перед подъемом груза следует проверить грузоподъемность механизма, которая должна быть указана на видном месте механизма.

Стропить груз нужно только по центру тяжести его или подвешивать за специальные устройства (петли, гнезда, рамы), а длинномерные детали и узлы — не менее чем двумя стропами или специальными траверсами, чтобы груз во время перемещения был устойчив и не раскачивался.

Соединение каната с перемещаемым грузом должно быть прочным. Несоблюдение этого условия может привести к обрыву в местах соединений, падению и вызвать несчастный случай.

В местах соприкосновения троса с острыми ребрами (гранями) груза надо устанавливать подкладки для предохранения троса от перетирания и резких перегибов во избежание его обрыва.

При работе со стальным канатом для защиты рук от ушибов, уколов, порезов и т. д. следует надевать рукавицы. Расплетенные концы троса обрубить и заделать (обмотать тонкой мягкой проволокой).

Слесарь, работающий совместно с трактористом или автокрановщиком, при перемещении и установке бурового оборудования, узлов и деталей его должен хорошо знать сигнализацию и работать согласованно с трактористом и крановщиком. Перед подачей сигнала о подъеме груза слесарь должен проверить правильность строповки и убедиться, что груз нигде не зацепился; убрать с поднимаемого груза инструменты, незакрепленные детали и другие предметы; убедиться в отсутствии людей в зоне перемещаемого груза.

При развороте громоздкого груза во время его подъема следует вменить оттяжки (канаты), при этом слесарь должен находиться вне опасной зоны. Слесарь должен следить за тем, чтобы блок крана или другого подъемного механизма находился в вертикальном положении над центром тяжести поднимаемого груза.

Запрещается подтаскивать и поднимать груз при косом натяжении каната.

При перемещении груза грузоподъемным механизмом в горизонтальном направлении надо следить, чтобы груз двигался плавно, был выше находящихся на его пути предметов не менее 0,5м.

Окончательную расстроповку груза надо производить лишь после ослабления стропов.

При перемещении груза трактором нельзя подталкивать или направлять перемещаемый груз ломом, трубой или какими-либо предметами.

Во избежание травмирования грузом нельзя стоять вблизи натянутого каната, а также между грузом и лебедкой.

Во время перемещения груза вверх по наклонной плоскости нельзя находиться за перемещаемым грузом, а при перемещении вниз груз необходимо поддерживать страховым канатом.

Применяемые для перемещения оборудования катки, салазки, 1 в падки должны соответствовать весу и габаритным размерам перемещаемого груза.

При смене вышедшего из строя бурового оборудования или узла слесарь должен:

- 1) строго выполнять последовательность работ по снятию и установке оборудования и распоряжения бригадира;

- 2) перед снятием оборудования или узла необходимо отсоединить муфты сцепления, снять приводные ремни и цепи и освободит путь от всех предметов, препятствующих свободному оттаскиванию оборудования;

- 3) перед оттаскиванием и затаскиванием оборудования проверить исправность и прочность приемного моста и пола буровой. Все неисправности моста и пола буровой должны быть устранены до начала работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проведенной работе была описана основная проблема бурения скважин на карьерах, которой является проблема бурового инструмента, потому что именно сочетание типа инструментов и параметра режима бурения определяет способ бурения, реализуемый буровыми станками и выявлена перспектива данного направления развития шарошечных долот.

Было изучено много источников, что позволило решить многие проблемы связанные с конструкцией долота. Конструкция разрабатывалась в соответствии с принятыми требованиями. Созданный макет и расчетные данные подробно знакомят с сутью разработанной конструкции. В них заложена база для дальнейшей модернизации отдельных узлов. Дана также инструкция по эксплуатации. Целесообразно продолжить работу в этом направлении.

Раздел техники безопасности показал что использование и ремонт долота является безопасным для персонала.

В экономической части необходимо было исходить к изготовлению данного макета из наименьших затрат. Но в конечном итоге это не должно сказываться на качестве и точности макета. Выбранный вариант оптимален.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Основные положения энергетической стратегии России на период до 2020г./ А. Б. Яновский, А.М. Мастепанов, В.В Бушуев. Теплотехника., 2002г, 269с.
- 2 Освоение технологий сжигания Канско – Ачинских углей в пылеугольных камерных топках и перспективы её дальнейшего применения./ М.С. Пронин, В.С. Мещеряков, С.Г. Колов, М., 1996г. 208с.
- 3 Совершенствование технологий сжигания Канско – Ачинских углей с учетом особенностей поведения их органической и минеральной массы./ М.С. Пронин. Красноярск – 2004г. 224с.
- 4 Особенности состава и свойств Канско – Ачинских углей./ Г.А. Потехин. М., 1986г. 344с.
- 5 Сжигание твердого топлива в кипящем слое./ М. Кубин, Мирослав. М., 1991г. 186с.
- 6 Котельные установки./ Учебное пособие для Вузов. М., «Высшая школа», 1975г. 279с.
- 7 Формирование качества угля при открытой угледобычи./ А.И. Корякин, С.М. Федотенко, С.И Протасов. Учебное пособие. Кемерово 1991г. 149с.
- 8 Классификация энергетических углей по пригодности к хранению и по пожаровзрывоопасности их пыли./ Р.Л. Бабкин. В сб.: Особенности углей, перспективы для тепловых электростанции. М. Энергоатомиздат. 1988г.
- 9 Исследование ирша – бородинскогоугля, поставляемого на тепловые электростанции./ Г.Г. Бруер., М.Я. Процайло., А.А. Малюта. Теплоэнергетика, 1980г.
- 10 Некоторые характеристики углей разрезов Берёзовский 1 и Урюпский./ Г.Г. Бруер., В.С. Матвиенко, В.Г. Опрышко. Теплотехника, 1985г.
- 11 Справочник теплоэнергетика предприятий цветной металлургии./ С. Н. Абашкин, В. П. Андреев, Б.О. Богров, М. «Металлургия», 1986г. 455с.
- 12 Теория вероятностей и математическое статистика./ И.Н. Коваленко, Н.А Филиппова, Учебное пособие для Вузов. М., «Высшая школа», 1973г. 368с.